Über einige
Wolframit-Zinnerzgänge
in
Cornwall.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät, II. Sektion
der
Kgl. Bayr. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Diplom-Bergingenieur **H. B. Cronshaw**
aus **Blackburn** (England).

MÜNCHEN 1913
BUCHDRUCKEREI SEB. SONNTAG, RUMFORDSTRASSE 37b.

Über einige
Wolframit-Zinnerzgänge
in
Cornwall

Von
H. B. Cronshaw.

ACAD.
LI GD. BAT.
BIBL.

Aus dem Englischen übersetzt
von **Dr. Beda Sandkühler.**

MÜNCHEN 1913
BUCHDRUCKEREI SEB. SONNTAG, RUMFORDSTRASSE 37 b.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548303_0167

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit hat die Untersuchungen der makroskopischen wie der mikroskopischen Struktur einiger Cornwallischer Erzgänge, die durch das Zusammentreffen von Wolframit und Zinnerz charakteristisch sind, zum Zwecke.

Es handelt sich hiebei hauptsächlich um zwei Gegenden, die eine am Cligga Head an der Nordwestküste von Cornwall gelegen, die andere zwischen den ebenfalls in Westcornwall liegenden Bergstädten Camborne und Redruth. Das Aussehen der Gänge ist in diesen beiden Gegenden so wesentlich von einander verschieden, daß sie getrennt behandelt werden müssen. In der erstgenannten Gegend sind die Gänge an den Klippen der Seeküste ausgezeichnet aufgeschlossen und konnten deshalb leicht untersucht werden. In der Gegend von Camborne dagegen konnten die dortigen Bergwerke befahren werden, doch wurde die Untersuchung hauptsächlich auf die Gänge von zwei Bergwerken beschränkt, nämlich auf die „South Crofty Mine“ und die „New Cooks Kitchen Mine“, welche zur Zeit der Aufnahmen für die vorliegende Arbeit sowohl Wolframit als auch Zinnerz förderten. In der letztgenannten Grube befinden sich die Bergbauten sämtliche im Schiefer, während in der „South Crofty Mine“ die älteren Werke in den Schiefern jetzt auflässig sind und der Bergbau nur auf jene Stellen beschränkt ist, wo das Nebengestein Granit ist. Aus diesen Gründen war gute Gelegenheit geboten, die Verteilung des Erzes und die strukturellen Veränderungen des Ganges in den verschiedenen Nebengesteinen miteinander zu vergleichen.

Sowohl von Handstücken aus den Gängen wie von solchen des Nebengesteins wurden Dünnschliffe hergestellt und es konnte mit Hilfe derselben die Aufeinanderfolge der Gangbildungen rekonstruiert werden. Zur Vergleichung mit charak-

teristischen Zinnerzvorkommnissen anderer Gegenden wurde auch eine Reihe von Handstücken aus Geyer und vom Schneckenstein in Sachsen, vom Mount Bishop in Tasmanien und von Herberton in Queensland sowohl makroskopisch als im Dünschliff untersucht.

Bei der Beschreibung wurde häufig noch das englische Wort „Lode“ für die Gänge beibehalten und zwar als spezieller Ausdruck für solche Gänge komplizierter Struktur, welche durch abwechselnde Perioden der Spaltenbildung oder Zertrümmerung und darauffolgender Infiltration von verschiedenen Mineralien gebildet wurden. Doch wurde das deutsche Wort „Gang“ keineswegs nur auf Gangbildungen einfacher Art beschränkt, sondern soll ebenso häufig auch die eigentlichen „Lodes“ bezeichnen.

An dieser Stelle sei noch Herrn Geh. Hofrat Professor Dr. von Groth für seine liebenswürdige Beihilfe zu dieser Arbeit mein herzlichster Dank ausgesprochen. Ebenso Herrn Professor Dr. E. Weinschenk, welcher mir die Handstücke aus Sachsen, vom Mount Bishop und von anderen Gegenden freundlichst zum Vergleiche überließ. Ferner danke ich Herrn Captain G. Paul, Bergwerksdirektor der „South Crofty“ und „New Cooks Kitchen Mines“ und den Herren Captain J. Thomas, H. Prisk und T. C. Hall, welche mich bei meiner Einfahrt in die Cornwallischen Gruben freundlichst unterstützten.

I. Teil.

Cligga Head.

1. Allgemeine und geologische Verhältnisse.

Cligga Head ist ein kleines Granitgebirge an der Nordwestküste von Cornwall. Es liegt einige zehn Meilen nordnordöstlich von Camborne und ungefähr drei Meilen nordöstlich von St. Agnes Head. Leider ist seine Lage aus der am Schlusse beigelegten Karte nicht zu entnehmen. Aber St. Agnes Head ist zu sehen und Camborne liegt nicht sehr weit gegen Südwest. Die Gegend stellt eine Linie von wilden Klippen dar, welche sich ungefähr dreiviertel Meilen an der Küste entlang ziehen und in dem nördlichen Teile manchmal sehr hoch und fast senkrecht werden. Die offene See erstreckt sich gegen Norden und Westen und man sieht in ihr da und dort isolierte Felsklippen, welche die frühere westliche Erstreckung des Granits jenseits seiner heutigen Grenze bezeichnen. Aber nur an wenigen Punkten können die Klippen bestiegen werden und der größte Teil der Küste kann nur zur Zeit der Ebbe untersucht werden. Die Gründe in der Nachbarschaft gehören den Nobel'schen Dynamitwerken, und Captain Turner war so liebenswürdig, mir die Untersuchung der verschiedenen Aufschlüsse an der Küste zu gestatten. Letztere sind nicht nur für den Geologen, sondern auch für den Bergmann interessant. In früheren Zeiten wurde die Gegend deshalb häufig besucht und hat von Zeit zu Zeit die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen, obwohl man bis C. Le Neve Foster's Zeit die Erscheinungen nicht völlig verstand.

Die Eigentümlichkeit in dem Aussehen dieser Gegend besteht darin, daß die Felsenklippen von zahlreichen Quarzgängen durchzogen werden, von denen jeder mit Rändern

von dunklem Greisen versehen ist. An anderen Stellen ist der Granit mehr oder weniger kaolinisiert. Die Gänge sind reich an Zinnerz, Wolframit, Arsenkies, Kupferkies und Turmalin und die Zinnerzgänge können in Cornwall nirgends unter gleich guten Verhältnissen studiert werden. Daß das Zinnerz ein sehr wichtiger Bestandteil der Gänge ist, das sieht man schon aus der großen Anzahl alter Bergwerke, die hier angelegt waren. Gegenwärtig geht jedoch kein aktiver Bergbau mehr um, denn die Verteilung der Erze in den Gängen ist wahrscheinlich sehr unregelmäßig.

Im Jahre 1903 gab J. B. Scriveror in einer von der „Geological Society of London" herausgegebenen Arbeit eine vollständige Beschreibung des geologischen Aufbaues dieser Gegend und zugleich eine petrographische Beschreibung des Granits und des Greisens. Die mikroskopische Struktur der Gänge selbst wurde aber noch nicht beschrieben, ebensowenig die Art und Weise des Vorkommens der Mineralien in dem Gangquarz.

Bei der Betrachtung der allgemeinen geologischen Verhältnisse dieser Gegend sind mehrere Punkte bemerkenswert. Die Granitmasse hat eine längliche Form und mißt ungefähr dreiviertel Meilen in der Länge und etwas weniger als eine Viertelsmeile in der Breite. Gegen das Innere des Landes, d. h. gegen Osten und Süden, besteht das Gebirge aus einer Reihe von stark gestörten Tonsteinen und Schiefern, welche die „Geological Survey of England" in das untere Devon gerechnet hat. In der Nähe ihrer Grenze mit dem Granit haben sie die gewöhnliche Umwandlung erlitten, wie sie für die metamorphen Zonen anderer Teile Cornwalls so charakteristisch ist. Außerdem mag erwähnt werden, daß hin und wieder auch Gänge, Elvans, wie sie von den Cornwallischen Bergleuten genannt werden, mitten durch die sedimentären Gesteine hindurchsetzen. Einige derselben werden für Granitporphyr gehalten, während andere wahre Quarzporphyre sind. Ungefähr drei Meilen gegen Südwest ist eine andere kleine Granitintrusion vorhanden und etwa zehn Meilen gegen Südsüdwest liegen die viel größeren Massive von Carn Brea, Carn Marth und Carn Menellis.

Scriveror meint, daß die Grenze zwischen dem

Granit vom Cligga Head und den umgewandelten Schiefern durch eine Verwerfung gebildet wird, welche von Norden nach Süden streicht und gegen Osten einfällt und daß die gegenwärtigen Aufschlüsse nur mehr einen geringen Teil des früher existierenden Granits darstellen; letzteres führt er teils auf die Denudation, teils auf den Einfluß der Verwerfung zurück. Er macht ferner die Bemerkung, daß nur die nördliche Hälfte des Granits als der wahre Rest des Massivs zu betrachten ist, während die südliche Hälfte in Wirklichkeit einen großen Ausläufer in die umgebenden sedimentären Schichten darstellt.

In der nördlichen Hälfte der Klippengegend sieht man eine Anzahl geradliniger, ziemlich paralleler Quarzgänge, welche mit einem großen Winkel gegen Norden einfallen. Sie sind auf beiden Seiten begleitet von Greisenbändern. Im südlichen Teile der Klippen sind die Greisenbänder deutlich gebogen. Die Greisenbänder und ihre Quarzgänge bezeichnen Absonderungsflächen in dem Granit und Scriveror ist der Ansicht, daß diese sich zu der Zeit bildeten, als der Granit fest wurde und daß sie deswegen parallel zur Abkühlungsfläche verlaufen. Bei dem Ausläufer stimmen die Abkühlungsfläche und deswegen auch die Absonderungsflächen in ihrer Form mit der unregelmäßigen Schieferdecke überein.

Manchmal werden die Quarzgänge und ihre Greisenbänder von unbedeutenden Gängen viel späterer Entstehung durchsetzt, von denen zwei in nördlicher und südlicher Richtung verlaufen. Sie bestehen aus Quarz und enthalten keines der für die älteren Gänge charakteristischen Mineralien.

2. Petrographische Verhältnisse.

Die Salbänder eines jeden Ganges werden von einem veränderten Granit gebildet, welcher Greisen genannt wird und in Bezug auf seine Entstehung innig mit den Zinnerzgängen verknüpft ist. Aus diesem Grunde wurden sie auch des Näheren untersucht. Schon von der Ferne gesehen fallen sie durch ihre dunkle Farbe auf und im nördlichen Teil des Küstenstriches geben sie den Felsenklippen ein gestreiftes Aussehen. Ihre Mächtigkeit ist bemerkenswerterweise sehr

verschieden und einige der breiteren Bänder messen mehr als zwei Fuß.

Bei genauerer Untersuchung bemerkt man, daß die dunkleren und stärker veränderten Zonen allmählich in lichtere Partien übergehen, welche einen kaolinisierten Granit darstellen, und daß der Wechsel des Aussehens in erster Linie auf einer Zerstörung der Feldspatkristalle beruht, welche bei der Annäherung an die Quarzgänge eintritt. Eine nähere Untersuchung von Dünnschliffen zeigt deutlich, daß tatsächlich die Umwandlung der Feldspäte den Wechsel im Aussehen bedingt und daß an Stelle derselben mehr und mehr fein verteilte Aggregate von Glimmer und Quarz treten, bis in den stärkst umgewandelten Varietäten kein Feldspat mehr zu beobachten ist. In diesem Falle, wenn nämlich die Umwandlung vollständig vor sich gegangen ist, besteht das Gestein aus großen gerundeten Körnern von Quarz, welche in einem ebenso körnigen Aggregat kleiner Quarzkriställchen liegen, durch das große und kleine Blättchen von farblosem Glimmer und unregelmäßig gestaltete Körner von braunem Turmalin verstreut liegen.

Unter dem Mikroskop heben sich die größeren Quarzkörner deutlich von der Grundmasse ab. Dies rührt her von ihrer Gestalt, von ihrer mehr oder weniger kataklastischen Struktur und von dem Umstand, daß sie meistens fast frei von Mineraleinschlüssen sind. Hin und wieder findet man in ihnen zwar Blättchen von Glimmer, doch sind diese stets an Risse gebunden und deshalb wahrscheinlich sekundär zugeführt worden. Andererseits ist dieser hervortretende Quarz reich an Flüssigkeitseinschlüssen, welche meistens gerade am Rande verteilt sind. In gewißen Fällen ist die Anhäufung dieser Flüssigkeitseinschlüsse in den äußersten Partien der Kristalle sehr deutlich ausgeprägt und häufig kann man beobachten, daß sie ohne jegliche Störung in den umgebenden sekundären Quarz übergehen. Diese Erscheinung mag uns Berechtigung geben, ein Weiterwachsen der größeren Quarzkörner während der Greisenbildung anzunehmen. Übrigens kommen neben den Flüssigkeitseinschlüssen auch sehr kleine nadelförmige Kriställchen eines farblosen oder sehr blaßblau gefärbten Minerals vor, welches wahrscheinlich Turmalin ist. Sie zeigen gute Kristallumgrenzung und sind manchmal im Innern, manchmal am äußeren Rand der großen Quarzkörner angehäuft. In ihrer

Anordnung streben sie nach einer bestimmten Orientierung, indem sie sich mit ihrer Hauptaxe parallel zu den Umrissen der Quarzkörner einstellen.

Außer diesem Quarz enthält der Greisen große Mengen von sekundärem Quarz, der stets in kleinen ungestörten und teilweise kristallographisch gut umgrenzten Kristallen erscheint, welche Flüssigkeitseinschlüsse enthalten. Manchmal bildet er ein bemerkenswert feinkörniges Mosaik und sehr häufig findet man ihn entweder in isolierten Körnern, welche in einem Aggregat von fein verteiltem Glimmer liegen oder in gut ausgebildeten Kristallen, welche große Flecken von Glimmer und Turmalin durchbrechen.

Die größeren Blättchen von farblosem Glimmer haben stets unregelmäßig fetzige Umrisse und umschließen gewöhnlich Einschlüsse von Titanmineralien und kleinen Zirkonkriställchen. Endlich zeigen sie oft einen braunen Pleochroismus und sind zweifellos als umgewandelter Biotit zu betrachten. Der übrige Teil des Glimmers ist ganz farblos und erscheint in kleinen Blättchen, welche entweder zu dichten Aggregaten gruppiert sind oder in feiner Verteilung in dem Mosaik des sekundären Quarzes liegen. Turmalin ist stets in größerer Menge vorhanden und zwar in langen, unregelmäßig begrenzten Kristallen, welche tiefbraun gefärbt sind und häufig einen blaßblauen Rand aufweisen.

An Stellen, wo die Umwandlung in Greisen noch nicht vollkommen vor sich gegangen ist, findet man auch noch mehr oder weniger umgewandelte Bruchstücke von Feldspat. Dieser enthält dann feine Glimmerblättchen, welche Neigung zu ganz unregelmäßiger Ausbildung zeigen und sich auf Rissen und Spaltflächen angesiedelt haben. Sonst findet man noch ein wenig Quarz, welcher aber ein Nebenprodukt bei der Umwandlung zu sein scheint. Die großen gerundeten Quarzkörner mit ihren Flüssigkeitseinschlüssen und kleinen Turmalinnädelchen, zeigen die gleiche Ausbildung, wie man sie an anderen Stellen der Greisenbänder beobachten kann. Ebenso die großen durchbrochenen und zerrissenen Glimmerblättchen, welche durch ihren schwachen Pleochroismus, durch die Anwesenheit grüner pleochroitischer Höfe und durch Einschlüsse von Titanmineralien charakterisiert sind. Außer diesen ist die mehr fein verteilte und völlig farblose Glimmervarietät sehr gewöhnlich

und erscheint häufig in Form von dichten Aggregaten, denen Quarz und Turmalin fast ganz oder vollkommen fehlen. Der übrige Teil des Gesteins ist von wechselnder Zusammensetzung, kann aber im Allgemeinen als ein Gemisch von sekundärem Quarz, Glimmer und Turmalin beschrieben werden, wobei der Glimmer in kleinen Blättchen durch den Quarz verteilt ist und der Turmalin in großen isolierten Kristallen erscheint.

Der Übergang vom Gangquarz zum Greisen geht sowohl im Handstück, als auch im Dünnschliff völlig unvermittelt vor sich. Aber an der Grenze des völlig umgewandelten Granits gegen den Gang zu erscheint der Apatit in besonders großer Menge. Im Folgenden will ich die charakteristischen Merkmale der verschiedenen Mineralien des Greisen näher beschreiben.

Der primäre Quarz erscheint in großen gerundeten Kristallen, welche sich deutlich von der Grundmasse herausheben. Manchmal zeigen sie keinerlei Andeutung einer inneren Zerstörung, meistens aber weisen sie eine mehr oder weniger starke kataklastische Struktur auf. Sie enthalten Flüssigkeitseinschlüsse, welche hauptsächlich in den Randzonen angehäuft sind und auch kleine gut ausgebildete farblose Kriställchen eines Minerals, welches wahrscheinlich als Turmalin angesehen werden muß. In den meisten Fällen sind diese letzteren ebenfalls auf die äußeren Zonen des Quarzes beschränkt und scheinen in ihrer Orientierung eine gewisse Abhängigkeit von der Kristallumgrenzung des einschließenden Quarzes zu besitzen. Hin und wieder findet man, daß die Flüssigkeitseinschlüsse in scharf ausgeprägten Linien angeordnet sind, welche in allen beobachteten Fällen eine bestimmte kristallographische Orientierung zu haben scheinen. Außer diesen Einschlüssen enthält der primäre Quarz oft größere Kristalle von lichtblauem Turmalin und kleine Körner von braunem Turmalin, zusammen mit gelegentlichen Blättchen von farblosem Glimmer. In jedem Falle aber scheinen letztere von außen neu hinzugeführt worden zu sein, da sie immer in Verbindung mit Rissen stehen. Durch diese charakteristischen Eigentümlichkeiten wird der primäre Quarz im Dünnschliff sehr leicht erkennbar.

Der sekundäre Quarz tritt in kleinen, teilweise kristallographisch gut umgrenzten Kriställchen auf, welche entweder

Turmalin, Feldspat und farblosen Glimmer durchsetzen oder sogar ein körniges Mosaik bilden, das unregelmäßig verteilte Blättchen von Glimmer enthält. Er enthält Flüssigkeitseinschlüsse und zeigt keinerlei Erscheinung innerer Zerstörung. Endlich wurde beobachtet, daß er gegen den primären Quarz und gegen Apatitkörner gute kristallographische Umgrenzung zeigt. In den weniger stark umgewandelten Teilen des Granits spielt der sekundäre Quarz nur die Rolle eines Nebengemengteiles, aber mit Annäherung an die Gänge wächst seine Menge.

Der Feldspat ist nur in jenen Teilen des Granits zu beobachten, welche von der Greisenbildung verhältnismäßig wenig ergriffen wurden. Er ist immer stark getrübt und zeigt oft eine etwas gelbliche Färbung. Hauptsächlich sind seine Spaltrisse von feinen Schüppchen eines farblosen Glimmers erfüllt, deren Menge mit der Intensität der Veränderung des Granits zunimmt, bis sie schließlich den Feldspat allenthalben völlig ersetzen. Sekundärer Quarz ist immer in geringer Menge als Nebenprodukt dieser Umwandlung vorhanden.

Der Glimmer ist immer fast farblos und tritt entweder in großen unregelmäßig begrenzten Blättchen oder in feinen Schuppen auf. Die erstere Varietät besitzt einen schwachen Pleochroismus in sehr schwach bräunlichen Tönen und enthält kleine Kristalle von Zirkon, umgeben von grünlichen pleochroitischen Höfen. Im übrigen sind körnige Einschlüsse von Titanmineralien eine gewöhnliche Erscheinung und in gewissen Fällen scheinen diese eine Veränderung durchzumachen, welche zur Entstehung schwach gelblich-grüner nicht pleochroitischer Flecken Anlaß gibt. Sehr oft ist der Glimmer getrübt und etwas verfärbt. Diese Arten sind dann offenbar aus ursprünglichen Individuen von braunem Biotit entstanden. Die zweite Art von Glimmer ist ganz farblos und nicht pleochroitisch. Dieser Glimmer scheint hauptsächlich auf Kosten des Feldspats entstanden zu sein und tritt entweder in dichten Aggregaten oder in einzelnen Blättchen fein verteilt im sekundären Quarz auf.

Der Turmalin tritt in schlecht ausgebildeten Kristallen auf, welche tiefbraun gefärbt sind und oft einen blaßblauen Rand aufweisen. Sehr häufig zeigen sie einen zonaren Aufbau und einen starken Pleochroismus. Die größeren Individuen sind oft von einer Menge sehr gut ausgebildeter Quarz-

kristalle durchbrochen und zuweilen findet man in ihnen die gleichen grünlichen pleochroitischen Höfe wie im Glimmer. Hin und wieder kann man kleinere Kristalle einer blaßblauen Art von Turmalin beobachten und außerdem ist er noch in kleinen Nädelchen vorhanden, welche so charakteristische Einschlüsse im primären Quarz bilden.

Der Apatit bildet kleine gestaltlose Körner, welche durch den sekundären Quarz verstreut liegen. Er scheint besonders häufig in den am meisten veränderten Teilen des Granits vorzukommen.

3. Die Gänge.

A) Allgemeines. Wie schon oben erwähnt ist die Gegend dadurch besonders interessant, daß sie für das Studium der Quarzgänge, welche durch ihren Gehalt an Zinnerz, Wolframit, Arsenkies, Kupferkies und Turmalin charakterisiert sind, ganz ausnahmsweise günstige Gelegenheit gibt. Die Gänge sind besonders in dem nördlichen Teile der Granitmasse sehr gut ausgebildet und von dort wurden auch die Stücke zur mikroskopischen Untersuchung aufgesammelt. Sie sind ausgezeichnet durch ihren genauen Parallelismus miteinander und fallen stets ziemlich steil gegen Norden ein. Ihre Mächtigkeit wechselt beträchtlich von ungefähr einem Fuß Dicke bis zu den feinsten Adern, und dieser Wechsel kann auch in einem und demselben Gang auftreten. Alle sind begleitet von verschieden breiten Bändern von Greisen. Leider liegen die Aufschlüsse alle gegen die offene See und es ist deshalb unmöglich, unverwitterte Handstücke zu erhalten.

Der Gangquarz ist milchweiß gefärbt und sehr massig ohne Andeutung einer Bänderung oder einer stängeligen Struktur und wird hin und wieder von Adern und Flecken einer farblosen Varietät durchsetzt. Besonders an den Rändern der Gänge findet man zahlreiche, schwarzgrüne Turmalinnadeln, welche im Allgemeinen senkrecht zum Salband stehen Gut geformte Kristalle von Wolframit sind in ungewöhnlicher Menge vorhanden und in unregelmäßigen Aggregaten zusammengehäuft. Ihr gewöhnlicher Habitus ist tafelförmig nach (100). Sehr oft sind die Kristalle gebogen und zerbrochen und die Bruchstücke werden hin und wieder von blaßblauem oder grünlichem

Turmalin mit Quarz wieder verkittet. Zwillingsbildung nach (100) ist sehr gewöhnlich und in einem der Dünnschliffe wurde auch ein Zwilling nach (023) beobachtet. Häufig ist er mit Arsenkies, Zinnerz und feinradialstrahligem Topas innig verbunden. Das Zinnerz ist ebenfalls sehr reichlich vorhanden und tritt in Nestern von braunen Kristallen auf, welche häufig in Hohlräumen als einfache gedrungene Prismen mit gut ausgebildeten Endflächen schön auskristallisiert sind. Arsenkies tritt in unregelmäßigen Aggregaten in inniger Verbindung mit Zinnerz und Covellin auf. Letzterer ist wahrscheinlich aus Kupferkies entstanden. An manchen Stellen ist der Quarz löcherig und die Hohlräume sind mit Malachit ausgekleidet. Überhaupt ist das ganze Gestein durch die Zersetzung kupferhaltiger Mineralien gefärbt. In feiner Verteilung findet man zwischen dem Quarz und seinen verschiedenen Mineralbeimengungen kleine Nester eines blaßgelben glimmerähnlichen Minerals, welches die Erscheinungsform des Gilbertits zeigt und bei der mikroskopischen Untersuchung die Doppelbrechung des Muskovits aufweist. In einigen Gängen finden sich Taschen mit einer weißen kaolinähnlichen Substanz, welche mit Turmalinkristallen erfüllt ist. Im Dünnschliff scheint sie aus einem äußerst fein verteilten glimmerähnlichen Mineral mit niedriger Doppelbrechung zu bestehen.

Unter dem Mikroskop erscheint der Gangquarz als ein einförmiges Mosaik großer Körner, welche scheinbar eine Pressung nach gewissen Richtungen erlitten haben. In manchen Fällen sind sie völlig zerbrochen und durch neue Kristallisationen wieder verbunden. Der farblose sekundäre Quarz tritt in kleinen, teilweise gut ausgebildeten Kristallen auf, welche kein Zeichen von Störung aufweisen und häufig als optisch gleich orientierte Fortwachsung der älteren Varietät erscheinen. In vielen Fällen haben die Bewegungen auch die Kristalle von Zinnerz, Wolframit und Arsenkies ergriffen. Dieselben wurden zertrümmert und ihre Bruchstücke von den späteren Absätzen des sekundären Quarzes wieder verkittet.

Daraus ergibt sich, daß diese Mineralien zugleich mit dem primären Quarz auskristallisierten und daß späterhin Bewegungen einsetzten, welche ihre Zertrümmerung bewirkten. Dann folgte eine Neukristallisation des Quarzes, vielleicht begleitet von einem sekundären Weiterwachsen der anderen Mineralien. Daß darauf-

hin keine wichtigeren Störungen mehr eintraten, ersieht man aus der nichtkataklastischen Ausbildung des jüngeren Quarzes.

Im Anschluße daran ist es von Interesse, einiges darüber zu sagen, warum die in ungestörtem primärem Quarz liegenden Mineralien gute kristallographische Umgrenzung zeigen, während dort, wo auch nur geringe Anzeichen von Störung vorhanden sind, ihre Grenzen von den Richtungen der Pressungen bestimmt werden. In ähnlicher Weise haben sie auch sicherlich Beziehungen zur Richtung der Linien von Flüssigkeitseinschlüssen. Denn fast stets wurde beobachtet, daß da, wo Arsenkies in primärem Quarz liegt, sowohl die Reihen der Flüssigkeitseinschlüsse als auch die Richtungen der Pressung in einem rechten Winkel zu den Umrissen des Minerals stehen. Eine scharfe Ecke ist stets begleitet von einer Anhäufung solcher Linien, welche dann radialstrahlig auseinanderlaufen. Daher liegt einiger Grund für die Vermutung vor, daß Turmalin, Wolframit, Zinnerz, Arsenkies und Kupferkies v o r dem primären Quarz auskristallisierten, doch ist die wahre Reihenfolge der Kristallisation noch etwas dunkel. Zweifellos ist ein Teil oder auch die ganze Menge des Turmalins zuerst ausgeschieden worden, da man häufig gut ausgebildete Kristalle von ihm als Einschlüsse in den andern Mineralien findet. Ihm folgte wahrscheinlich der Wolframit, hierauf das Zinnerz, der Arsenkies und Kupferkies, welche aber in Ermangelung sicherer Beweise nicht mit absoluter Gewißheit von einander getrennt werden können.

Die j ü n g e r e n G ä n g e schneiden quer durch die älteren hindurch und verwerfen sie auf kleine Strecken. Sie sind aber nicht von einer Greisenbildung begleitet und enthalten keines der für die Zinngänge charakteristischen Mineralien. Auch ihr Quarz, welcher typische stängelige Struktur zeigt, ist von der massigen Varietät völlig verschieden. Die Einförmigkeit seiner Ausbildung ist durch eine Rostfärbung und durch einen Wechsel in der Durchsichtigkeit des Quarzes gemildert. U. d. M. ergibt sich, daß der Quarz aus Aggregaten langgestreckter Kristalle besteht, welche innig miteinander verzahnt sind und von gewissen, auf einer Linie parallel zum Salband gelegenen Punkten aus radialstrahlig angeordnet sind. Querschnitte zeigen eine idiomorphe Ausbildung der Kristalle. Bemerkenswert ist die Gegenwart einiger Flüssigkeitseinschlüsse, welche in Bändern parallel zu der Umgrenzung angeordnet sind.

B) Petrographische Einzelheiten. Bei der mikroskopischen Untersuchung erkennt man, daß der Quarz der Zinnerzgänge aus zwei verschiedenen Typen besteht, welche sich leicht von einander unterscheiden lassen. Der Einfachheit halber wurden sie bei der Beschreibung als primärer und sekundärer Quarz bezeichnet, aber diese Ausdrücke sind nicht im strengen Sinne angewendet. Der primäre Quarz ist der ältere der beiden und zeigt außer anderen charakteristischen Eigentümlichkeiten stets die Erscheinung der inneren Zerstörung. Der sekundäre Quarz ist jünger und nicht kataklastisch. Es mögen jedoch in ihm Bildungen mehrerer verschiedener Zeitperioden zusammengefaßt sein, welche aber im Dünnschliff alle das nämliche Aussehen besitzen.

Fast die ganze Menge des Quarzes der Zinnerzgänge gehört zum primären Quarz. Er erscheint in sehr großen Körnern mit gerundeten Umrissen und ist erfüllt mit einer außerordentlichen Menge von großen Flüssigkeitseinschlüssen. Er zeigt kataklastische Struktur, welche an gewissen Punkten, hauptsächlich in der Nähe von Mineraleinschlüssen sehr ausgeprägt ist. Da und dort ist auf die innere Zerbrechung eine Neukristalisation gefolgt. Die große Ausbildung der Körner, ihre kataklastische Struktur und ihr Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen machen sie leicht erkennbar.

Der sekundäre Quarz findet sich in Rissen und Löchern, welche durch Bewegungen bei der Zerstörung der älteren Abart entstanden waren und ist besonders beachtenswert in der nächsten Nachbarschaft von Arsenkies und Zinnerz. Oft kann man beobachten, daß er in Form feiner Äderchen durch diese Mineralien hindurchsetzt. Er erscheint in kleinen, teilweise idiomorphen Kristallen, welche verhältnismäßig wenig Flüssigkeitseinschlüsse enthalten und endlich keine kataklastische Struktur zeigen.

Im primären Quarz findet sich Turmalin in reichlicher Menge in Form von großen gedrungenen Kristallen mit gut umgrenzten Querschnitten. Schnitte parallel zur Prismenfläche zeigen nur unvollkommene Ausbildung, aber man beobachtet an ihnen häufig die Anwesenheit von Pyramidenflächen. In allen Fällen aber sind sie in verschiedenen Schattierungen von blaßbraun und blau gefärbt und zwar ist die Farbe im allgemeinen in Zonen angeordnet. Die Verteilung der Farben ist

gewöhnlich so, daß die Mitte des Kristalls eine blaßblaue oder bräunlichblaue Färbung aufweist, welche in ein Braun übergeht und sich mit Annäherung an den Rand immer mehr vertieft, bis sie zuletzt in einem schmalen Band tiefbraun geworden ist. Auf dieses folgt dann noch eine äußerste Zone von Blaßblau. Die Farbenverteilung und die Breite der Zonen zeigt starke Verschiedenheiten sogar unter ganz benachbarten Kristallen und obwohl der zonare Aufbau die Regel ist, findet man auch manche einfarbige Individuen. Wo der Turmalin in Verbindung mit Glimmeraggregaten auftritt, zeigt er immer eine blaßbraune Farbe und entweder nur schwach ausgeprägte oder gänzlich abwesende Zonarstruktur. Im sekundären Quarz ist der Turmalin von einem gänzlich abweichenden Aussehen. Er erscheint hier in den meisten Fällen in langen, schmalen und nadelförmigen Individuen, welche gewöhnlich gut ausgebildete Endflächen aufweisen und blaßgrünlichblau gefärbt sind.

Das Zinnerz war ursprünglich in großen Kristallen ausgebildet, welche später zertrümmert und zerrissen wurden und deren Bruchstücke durch sekundären Quarz wieder verkittet wurden. Diese Zerstörung war im allgemeinen zu groß, als daß die Individuen jetzt noch irgend eine gute Kristallform aufweisen könnten. Zwillinge sind die gewöhnliche Erscheinung, obwohl man hin und wieder nichtverzwillingte Prismen finden kann. In vielen Fällen sind die Kristalle entweder ganz farblos oder aber sehr schwach braun und gelb gefärbt, aber man findet häufig in ihnen stark pleochroitische Bänder, welche eine tiefgelbe oder rötlichbraune Farbe aufweisen. Gewöhnlich ist die Farbe in zonarer Weise angeordnet, doch ist sie in manchen Fällen ganz fleckig. Der Pleochroismus zeigt starke Veränderungen und in vielen Fällen sind die Färbungen undeutlich. Am gewöhnlichsten ist ein Pleochroismus von blaßgelblichgrün zu rosa, blaßgelb zu orange und gelblichbraun zu rötlichbraun. Die Spaltrisse sind sehr zahlreich und gut ausgeprägt. Flüssigkeitseinschlüsse, ähnlich denen im primären Quarz und kleine Körner von Wolframit sind häufig als Einschlüsse zu beobachten.

Obwohl das Mineral, wie oben erwähnt, meist eine starke innere Störung und Zertrümmerung aufweist, finden sich auch Kristalle, welche ganz ohne Andeutung einer Zerstörung in einem Quarz liegen, der alle Merkmale der älteren Varietät an

sich trägt. Solche Kristalle stellen entweder einfache Prismen oder Zwillinge dar, deren zonare Färbung in gelb, braun, rosa und Mischungen dieser Farben sehr gut ausgeprägt ist. Hin und wieder finden sich auch Individuen von Zinnerz, welche große und kleine gut ausgebildete Kristalle von blaubraunem Turmalin umschließen, welch letztere auch häufig als Einschlüsse in Wolframit beobachtet werden. Übrigens fand sich auch ein großer Kristall von Zinnerz, welcher eine feine Ader in einen Kristall von Wolframit entsandte, während in anderen Fällen das Zinnerz gute kristallographische Umgrenzung gegen den Wolframit zu aufweist und sich in Form von gestaltlosen Körnern als Einschluß in letzterem findet. Diese wiedersprechenden Beobachtungen erklären sich, wenn man bedenkt, daß stets die Möglichkeit besteht, daß eine sekundäre Entstehung unter geänderten Bedingungen eintreten kann und daß in solchen Fällen die Reihenfolge der Ausscheidung nicht die nämliche sein kann. Mit Sicherheit aber können wir das Eine sagen, daß das Zinnerz vor oder zusammen mit dem primären Quarz auskristallisierte, daß beide zugleich gepreßt und zertrümmert und nachher von dem sekundären Quarz wieder verkittet wurden.

Der Arsenkies tritt hauptsächlich in derben Massen von kleinen Individuen auf, welche zugleich mit dem älteren Quarz zerrissen und zerbrochen wurden und deren Bruchstücke von dem gut erkennbaren sekundären Quarz wieder verkittet wurden. Er findet sich auch in Form einzelner Kristalle von vollkommener Ausbildung und in zertrümmerten Fragmenten von unregelmäßiger Gestalt. Im reflektierten Licht zeigt er eine silberweiße Farbe und eine rauhliche Oberfläche, doch ändern sich diese Eigenschaften etwas mit der Orientierung des Schnittes. In allen Fällen aber ist die Oberfläche des Arsenkieses bedeckt mit ganz unregelmäßig gestalteten Flecken und Streifen, welche eine merkwürdig stahlblaue Farbe zeigen. Wie oben erwähnt, scheint dies Covellin zu sein und stellt wahrscheinlich ein Umwandlungsprodukt von Kupferkies dar. Wie beim Zinnerz weisen alle sichtbaren Anzeigen darauf hin, daß der Arsenkies vor dem älteren Quarz auskristallisierte. In dieser Hinsicht ist es wichtig, daß, wie oben erwähnt die Form des Minerals durch die Richtungen der Pressung und der Reihen der Flüssigkeitseinschlüsse im primären Quarz festgelegt

wird, und auch daß es Kristallflächen gegen den primären Quarz zu aufweist und sicher älter ist als der sekundäre Quarz, da dieser die zertrümmerten Kristalle des Arsenkieses wieder verkittet.

Der Wolframit erscheint im Dünnschliff in schlecht begrenzten Kristallen oder in unregelmäßigen Trümmern, welche gleichzeitig mit den andern Mineralien eine Zertrümmerung durchgemacht haben. Im reflektierten Licht besitzt er eine stumpf eisenschwarze Farbe mit einem bräunlichen Ton. Im durchfallenden Licht erscheint er meistens ganz opak, doch findet man hin und wieder durchsichtige rötlichbraune oder orange gefärbte Kristalle, die einen ausgeprägten Pleochroismus entweder von orange zu rötlichorange oder von rötlichbraun zu tiefbraun aufweisen. Die Verteilung der Färbung und Durchsichtigkeit ist unregelmäßig und manchmal in einem und demselben Kristall ganz fleckig angeordnet. In allen Fällen aber ist der Wechsel von den opaken zu den durchsichtigen Teilen durch Übergänge vermittelt. Die meisten der Bruchstücke zeigen einen tiefroten Rand, als ob sie sich in beginnender Zersetzung befänden. Diese Anomalien zeigen einen Wechsel in der Zusammensetzung sowohl benachbarter Kristalle als auch verschiedener Teile eines und desselben Kristalls an. Auch der Hübnerit aus Colorado zeigt ähnlichen Farbenwechsel in ein und demselben Individuum, was Dana einer wechselnden Verteilung von FeO zuschreibt. Der Wolframit zeigt manchmal gut ausgeprägte Spaltrisse parallel zu (100). Senkrecht zu diesen verlaufen andere, welche ganz unregelmäßig und schlecht definiert sind und wahrscheinlich als Spaltrisse parallel zu (102) angesehen werden müssen. Unter den genügend durchsichtigen Körnern, welche eine Interferenzfigur zu beobachten gestatteten, wurden keine gefunden, die irgend eine zuverlässige Beobachtung über die Lage der Axenebene und die Größe des Axenwinkels machen ließen, obwohl die Auslöschungsschiefe sehr gering zu sein scheint.

In inniger Verbindung mit den ganz zertrümmerten Kristallen findet sich sekundärer Quarz, welcher blaßblauen Turmalin und Flecken eines kaolinähnlichen Minerals umschließt, das im Dünnschliff sehr fein verteilt erscheint und farblos oder sehr schwach bräunlich sowie schwach doppelbrechend ist. Sehr oft sind die Bruchstücke des Wolframits von fasrigen Aggregaten

eines farblosen glimmerähnlichen Minerals, das die Doppelbrechung des Muskowits aufweist, umgeben. Wie schon oben erwähnt, wurde der Wolframit zugleich mit dem primären Quarz zertrümmert und obwohl man keinen sicheren Schluß auf seine genaue Stellung in der Reihenfolge der Auskristallisation ziehen kann, scheint durch allgemeine Überlegungen doch einiger Grund für die Annahme vorzuliegen, daß er eines der ersten Ausscheidungen darstellt. Zum Beispiel fand sich einmal ein gut ausgebildetes Individuum mit Endflächen, das teilweise im Quarz und teilweise in einem Kristall von Arsenkies liegt, während in einem anderen Schliff eine feine Ader von Zinnerz durch ein Individuum von Wolframit hindurchsetzt und zwar in einer Weise, daß kein Zweifel besteht, daß der Wolframit der ältere von den Beiden ist. Einmal fand sich Wolframit in einer bemerkenswerten Verwachsung mit Quarz und Topas und innig verbunden mit Zinnerz und Arsenkies. Einige der Kristalle waren groß, teilweise gefärbt und gut begrenzt, während andere äußerst unregelmäßige Umrisse zeigten. Die letzteren waren erfüllt von ganz unregelmäßig gestalteten Bruchstücken von Arsenkies, welche nur in wenigen Fällen eine Annäherung an Kristallform erkennen ließen. Endlich waren sie durchbrochen von ähnlich gestalteten und orientierten Löchern, von denen einige durch einen klaren, ungestörten Quarz mit einheitlicher Auslöschung ausgefüllt waren, während andere radiale Aggregate von Topas enthielten. Manchmal erschien der Topas in großen radialen Aggregaten, in welche der Wolframit Äderchen aussandte, deren Form und Orientierung den Durchwachsungen immer ähnlich war. Öfter sind Kristalle von Zinnerz gegen Wolframit und Quarz kristallographisch gut umgrenzt und ebenso verlaufen die Umrisse des Wolframits häufig parallel zu denen des eingeschlossenen Arsenkieses.

Die Flüssigkeitseinschlüsse. Der primäre Quarz ist sehr reich an Flüssigkeitseinschlüssen. Dieselben sind in den späteren Quarzinfiltrationen weniger zahlreich, sodaß man schon bei Anwendung gewöhnlichen Lichts unmittelbar die beiden Quarztypen von einander unterscheiden kann. Manchmal sind sie durch den Quarz ganz unregelmäßig verteilt, aber meistens reihenweise angeordnet in parallelen oder sich durchschneidenden Strichen, welche oft ohne Unterbrechung von einem Quarzkorn zum andern übergehen. Die Größe und

die Häufigkeit dieser Einschlüsse ist in verschiedenen Kristallen äußerst veränderlich. Am häufigsten haben sie eine ganz unregelmäßige Gestalt und manche haben eine sich verzweigende Form. Andrerseits gibt es auch solche, deren Gestalt Quer- oder Längsschnitten von Quarzkristallen gleichen und die in allen beobachteten Fällen genau orientiert erscheinen. Andere sind wieder kreisförmig rund oder birnenförmig gestaltet.

4. Schlußfolgerungen.

Wie wir später sehen werden, zeigen die Zinnerzgänge vom Cligga Head ganz andere Eigenschaften, als diejenigen der „South Crofty Mine“ und der „New Cook's Kitchen Mine“. Hier bedingen die einfache Struktur und die Greisenbildung an ihren Salbändern ihr besonderes Aussehen. Alle Anzeichen sprechen dafür, daß der Wolframit, Arsenkies, das Zinnerz und der Kupferkies unmittelbar vor dem primären Quarz auskristallisierten und daß die darauffolgende leichte Zertrümmerung und der Absatz des sekundären Quarzes mit blaßblauem Turmalin zu einer wesentlich späteren Periode eintraten. Um so außerordentliche Umwandlungseffekte im Granit hervorzubringen, mußten mit den pneumatolytischen Agentien beträchtliche Mengen von gewissen Gasen und Dämpfen in die Spalte eingedrungen sein und zwar entweder vor der Ausfüllung oder während der Verfestigung der Gangmineralien. Mit anderen Worten, diese Gase mußten entweder in die leeren, nun von Quarz ausgefüllten Spalten eingedrungen sein oder bei der Kristallisation der Ausfüllungsmassen frei geworden sein. Wenn das erstere der Fall war, so stammten die pneumatolytischen Agentien und die Gangmineralien wahrscheinlich aus derselben Quelle, wenn das letztere aber eintrat, so wurden die Gase und Dämpfe entweder aus einem Zustande der Lösung oder der chemischen Verbindung mit gewissen Elementen, z. B. mit Zinn, frei, die jetzt in Form einer festen Verbindung in verschiedenen Mineralien erscheinen, wie Zinnerz, Wolframit und Turmalin. Der Turmalin scheint zuerst auskristalisiert zu sein, die übrigen Mineralien gestatten aber keinerlei Feststellung

ihrer Ausscheidungsreihenfolge und es ist wahrscheinlich, daß sie mehr oder weniger gleichzeitig entstanden.

Die Zinnerzgänge vom Cligga Head zeigen beim Vergleich mit den Vorkommnissen anderer Gegenden gewisse übereinstimmende Eigenschaften. So zeigen z. B. einige Proben von Geyer in Sachsen, die mir Professor E. Weinschenk freundlichst überließ, daß die Gänge dieselbe einfache Struktur besitzen und daß das Nebengestein eine intensive Umwandlung durchgemacht hat. Doch sind auch gewisse wichtige Unterschiede zu bemerken. In den Gängen selbst ist nämlich der Quarz nur als Nebengemengteil vorhanden und der Wolframit fehlt überhaupt vollständig. Andrerseits sind aber körniger Topas und dunkelgrüner Glimmer in beträchtlicher Menge vorhanden. Auch die Umwandlungseffekte sind verschieden und man kann hiebei drei scharf getrennte Zonen unterscheiden. Unmittelbar am Gange liegt die erste Zone, welche nur schmal ist und scheinbar fast ganz aus körnigem Topas besteht. Darauf folgt eine weitere quarzige Zone, welche viel lichter gefärbt ist als das Hauptgestein und zwischen dieser und dem unveränderten Granit liegt ein schwarzes Band, welches durch seinen großen Gehalt an dunklem Glimmer bemerkenswert ist.

U. d. M. besteht der unveränderte Granit hauptsächlich aus Quarz mit Orthoklas und Plagioklas. Bemerkenswert ist seine außerordentliche Armut an Glimmer, von dem man im Dünnschliff nur gelegentlich kleine Blättchen antrifft. Der Quarz erscheint in mittelgroßen Körnern, welche kleine Plagioklaskristalle umschließen. Als aksessorische Gemengteile erscheinen hin und wieder Topas und Apatit. Mit Annäherung an den Gang verschwinden die Feldspäte und an ihre Stelle treten Flecken eines gelblichgrünen Glimmers mit schwachem Pleochroismus. Dieselben sind fast frei von Mineraleinschlüssen, doch findet man häufig Anzeichen einer Chloritisation nach den Spaltrissen. Noch näher dem Gange, d. h. in der quarzigen Zone fehlen sowohl Glimmer als auch Feldspat vollständig. Dieser Teil des umgewandelten Gesteins besteht aus mittelgroßen Quarzkörnern, welche größere Mengen von Flüssigkeitseinschlüssen enthalten, als man in dem Quarz des unveränderten Granits bemerkt. Mineraleinschlüsse irgend welcher Art fehlen vollständig, mit Ausnahme

von kleinen Plagioklaskristallen, welche ihre ursprüngliche Frische bewahrt haben. Auch größere Mengen von sekundärem Quarz sind zwischen den größeren Körnern der primären Varietät vorhanden und dieser umschließt zahlreiche Kristalle von Topas und fein verteilte Blättchen von farblosem Glimmer. Der sekundäre Quarz ist mit Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt, welche jedoch kleiner und unregelmäßiger angeordnet sind als im primären Quarz. Der Topas ist häufig gut ausgebildet und zeigt scharfe Spaltrisse. Seine Menge nimmt mit Annäherung an den Gang zu, bis das Gestein schließlich ganz aus einem körnigen Aggregat dieses Minerals besteht, zwischen dessen Körnern man kleine Flecke von farblosem Glimmer beobachten kann.

U. d. M. zeigt der Gang selbst eine Zusammensetzung aus Quarz, Glimmer, Topas und Zinnerz. Der Quarz tritt in zwei getrennten Varietäten auf. Der eine erscheint in großen, leicht kataklastischen Körnern, welche mit Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt sind. Die zweite Varietät ist reicher an Flüssigkeitseinschlüssen, welche jedoch kleiner und unregelmäßiger angeordnet sind, wie man ja auch in dem Quarz des veränderten Nebengesteins beobachten konnte. Er ist erfüllt von kleinen Flecken von Glimmer und setzt hin und wieder durch die erste Varietät hindurch. Der Glimmer erscheint in dichten Aggregaten von großen farblosen Blättchen und der Topas, welcher gegen den Glimmer idiomorph ausgebildet ist, tritt in körnigen Aggregaten auf. Das Zinnerz bildet große Kristalle gewöhnlich von guter Ausbildung, welche entweder in dem großblättrigen Glimmer oder in der zweiten Quarzvarietät eingebettet liegen.

Daraus ergibt sich, daß die Gänge vom Cligga Head und jene von Geyer in Bezug auf die Einfachheit ihrer Struktur und darin, daß sie von einer Veränderung des Nebengesteins begleitet werden, übereinstimmen, daß sie aber auch gewichtige Unterschiede in der Umwandlung aufweisen. In Geyer scheint der Turmalin sowohl im Gang als auch im Nebengestein vollständig zu fehlen, während der Topas in bemerkenswerter Menge auftritt. Am Cligga Head ist der Turmalin sowohl im Gang als auch im Greisen vorhanden, der Topas dagegen erscheint nur hin und wieder in geringen Quantitäten. Es ist jedoch noch von Interesse, daß

die unveränderten Granite der beiden Orte keinerlei Ähnlichkeit miteinander aufweisen. Am Cligga Head bedingen Einsprenglinge von Orthoklas und großblättriger Glimmer das charakteristische Aussehen des Gesteins, während in Geyer der Granit bemerkenswert arm an Glimmer aber reich an Feldspat ist, welch letzterer in kleinen Kristallen sowohl von Orthoklas als auch von Plagioklas erscheint.

Andere Beispiele von Umwandlungserscheinungen in der unmittelbaren Nähe von Zinnerzgängen wurden zum Vergleich an einer ganzen Reihe von Stücken studiert, die mir ebenfalls Professor E. Weinschenk zur Verfügung stellte. Ein Stück aus Cornwall zeigte einen schmalen Zinnerzgang, welcher durch Schiefer hindurchsetzte. Er enthielt grüne, gut ausgebildete Kristalle von Zinnerz, etwas Quarz und ein bräunlichgrünes glimmerähnliches Mineral. Mit Annäherung an den Gang wird das Nebengestein dunkler bis es direkt am Gang in ein ganz schwarzes Band übergeht. U. d. M. zeigt das Zinnerz Einschlüsse von blaßblauem Turmalin. Der Quarz ist nur in geringen Mengen zugegen. Direkt am Gang bestehen die Schiefer ganz aus einem verfilzten Aggregat von kleinen blaß-blaubraunen Turmalinnadeln, welche an Menge abnehmen, jemehr man sich vom Gang entfernt. Ein anderes Stück von Rock Hill, St. Austell in Cornwall zeigt einen schmalen Gang von dunklem Turmalin, welcher durch ein Gestein hindurchzieht, das ursprünglich ein Granit gewesen zu sein scheint, jetzt aber aus einem körnigen Gemenge von Topas mit Nestern von Turmalin besteht. U. d. M. findet sich außerdem noch fein verteilter farbloser Glimmer, sowie hin und wieder große und gut begrenzte Turmalinnadeln, welche in einem Aggregat kleiner Kristalle des nämlichen Minerals eingeschlossen sind. Manchmal ist der Glimmer durch den Topas fein verteilt und gelegentlich kann man auch unregelmäßige Körner von Zinnerz beobachten. In diesem besonderen Falle haben wir das merkwürdige Zusammenvorkommen von Topas und Turmalin und ein Gang, der scheinbar ganz aus Turmalin und Quarz besteht, wird von einem umgewandelten Gestein begleitet, das besonders reich an Topas ist.

Eine Reihe Quarzporphyrstücke aus der Nähe der Zinnerzgänge vom Mt. Bishop zeigt eine ähnliche Ausbildung. U. d. M. enthalten die Gesteine große, idiomorphe Kristalle von

Quarz, welche frei von Mineraleinschlüssen und arm an Flüssigkeitseinschlüssen sind, wobei aber letztere häufig am Rande der Kristalle in ungewöhnlicher Menge auftreten. Dies spricht dafür, daß sich der Quarz sekundär um die Einsprenglinge in gleicher optischer Orientierung abgesetzt hat. Die Grundmasse besteht aus kleinen Quarzkörnern, welche mit unregelmäßig gestalteten Flüßigkeitseinschlüssen vollgestopft sind. Zwischen diesen Körnern ist radialstrahliger Topas in beträchtlicher Menge verteilt. Letzterer erscheint häufig in gut ausgebildeten nadelförmigen Kristallen, welche manchmal außerordentlich kleine Dimensionen annehmen. Hin und wieder können kleine Körner von Zinnerz und Kristalle von Arsenkies und Kupferkies beobachtet werden, wobei letzteres Mineral gelegentlich in verhältnismäßig großen Mengen auftritt.

Ein Stück eines umgewandelten Quarzporphyrs vom Schneckenstein in Sachsen gleicht vollständig dem Typus vom Mt. Bishop, nur ist hier der Topas in größeren Individuen ausgebildet, gegen welche der sekundäre Quarz häufig idiomorph ist. Eine ganz andere Umwandlung zeigt dagegen ein Quarzporphyr von Herberton in Queensland. Der primäre und der sekundäre Quarz zeigen zwar dasselbe Aussehen wie oben beschrieben, aber an Stelle des Topases tritt hier fein verteilter Glimmer.

II. Teil.

Die Gegend von Camborne.

1. Allgemeine und geologische Verhältnisse.

Außer den Gängen am Cligga Head wurden auch mehrere der interessantesten Zinnerz-Wolframitgänge untersucht, welche in der Nähe von Camborne abgebaut werden. Die Übersichtskarte von T. C. Hall am Schlusse dieser Arbeit zeigt die Lage dieser Stadt und gibt die allgemeinen geologischen Verhältnisse des westlichen Cornwall wieder. In dieser Gegend setzen sehr viele Zinnerzgänge auf, die Bergwerke sind aber heutzutage fast durchwegs auf einige vereinzelte Felder beschränkt, wie St. Just, St. Ives, Camborne und Redruth. Der Bezirk zwischen Camborne und Redruth war lange Zeit durch seinen Reichtum an Zinn und Kupfererzen berühmt und obwohl manche der Bergwerke heute aufgelassen sind, so besteht doch noch eine große Anzahl, welche eine genügende Förderung von Zinn aufweisen. Von den wichtigsten unter ihnen mögen genannt werden: Dolcoath, Cook's Kitchen, South Crofty, New Cook's Kitchen, East Pool, Wheal Agar, Tincroft, Carn Brea, Wheal Druid, Wheal Basset und West Basset. Früher wurden auch viele Bergwerke östlich von Carn Marth betrieben, während fast alle heute noch in Betrieb stehenden an der Grenze der Granitmasse von Carn Brea liegen. Besucht wurden von diesen Werken nur South Crofty und New Cook's Kitchen und ich verdanke die Möglichkeit zur Untersuchung der Aufschlüsse unter Tag und zur Aufsammlung von Untersuchungsmaterial dem Herrn Kapitän J. Paul. Die zweite Karte am Schlusse dieser Arbeit zeigt die geologischen Umrisse der Umgegend.

Die Literaratur über den Bergbau und die Geologie von Westcornwall ist sehr umfassend und erstreckt sich auf eine beträchtliche Zeitperiode zurück. Auch in den allerletzten Jahren wurden mehrere wichtige Beiträge veröffentlicht. In der Zeit von 1897—1903 wurde eine allgemeine geologische Aufnahme des Falmouth und Camborne Distrikts von J. B. Hill bewerkstelligt und eine mineralogische Untersuchung von D. A. Mac Alister. Eine Menge von statistischen Angaben über den vergangenen und gegenwärtigen Bergbaubetrieb sind in dem „Survey Memoir" der „Geology of Falmouth and Truro and of the Mining District of Camborne and Redruth" zu finden, welche eine Beschreibung des allgemeinen Aussehens der Mineralgänge von Mac Alister enthält. In dem Werke „Summary of Progress of the Geological Survey of the United Kingdom for 1902" beschreibt Dr. J. S. Flett das mikroskopische Aussehen einer Reihe von Gesteinen, welche aus mehreren Bergbauten in der Umgegend von Camborne gesammelt waren. Durch die Untersuchung derselben kam er zu dem Schluße, daß bei der Bildung der Gangformationen, welche dort beobachtet werden, eine Reihe von abwechselnden Perioden der Infiltration und Zertrümmerung auftreten. Beispielsweise legt er dar, daß während der Ausfüllung des Flat Lode, der in der Wheal Basset Mine aufgeschlossen ist, drei Perioden der Zertrümmerung auftraten und drei Perioden, während welcher Quarz, Zinnerz und Turmalin abgesetzt wurden. Noch später hat J. H. Collins in einem neueren Werke der „Proceedings of the Royal Geological Society of Cornwall" seine Anschauung über die allgemeine geologische Geschichte von Cornwall dargelegt und eine vollständige Bergwerksstatistik gegeben. In den Nummern vom Februar, April und Dezember der „Camborne School of Mines Magazine" für 1912 ist eine gute Zusammenfassung der in der Umgegend von Camborne beobachteten interessantesten geologischen Daten von T. C. Hall.

Im weitesten Sinne betrachtet, besteht der auf der Übersichtskarte dargestellte Teil von Cornwall aus einer Reihe von altpaläozoischen Schichten, allgemein „Killas" genannt, in welche eine Anzahl von großen und kleinen Granitmassen eingedrungen sind. Außerdem treten hier lagerartige Gänge von sehr stark veränderten basischen Eruptiv-

gesteinen, welche unter dem allgemeinen Namen „Grünsteine“, zusammengefaßt werden, und eine Menge von Quarzporphyr- und Granitporphyr-Gängen, „Elvans“ genannt, auf. Das älteste dieser Gesteine ist der Grünstein, dann folgte die Intrusion der Granite und schließlich die der „Elvans“.

Die Killas bestehen als ganzes betrachtet aus intensiv gefalteten, geschieferten und zerstückelten Schichten von Tonschiefer, feinen Sandsteinen und Kies. Als lokale Ausbildung kommen auch Kalkbänke, Hornsteine und Quarzite vor. Nach seiner petrographischen Beschaffenheit wurde dieser Komplex in 5 Gruppen eingeteilt, welche folgende Namen führen:

Veryan-	Schichten
Ports-catho-	„
Falmouth-	„
Mylor-	„
Dodman-	„

Nach allgemeinen Betrachtungen der Lagerungsverhältnisse dieser verschiedenen Gruppen untereinander und auf Grund einiger Fossile ordovizischen Alters, welche in den Veryan-Quarziten gefunden wurden, wurde diese ganze Formation auf das untere Palaeozoikum bezogen. Der Aufbau dieser Schichten ist zwar nicht ganz offensichtlich, doch scheint einiger Grund vorzuliegen, das Ganze als eine Antiklinale oder Kuppel über den zentralen Massen von Granit anzusehen. Als ganz nebensächliche Bildungen treten hier auch Gänge von Lamprophyren (z. B. Minette = „mica trap“), Pegmatiten und Apliten auf. In Gebieten, wo die Veryan-Schichten aufgeschlossen sind, kann man auch vulkanische Gesteine von dem Habitus der Spilite oder „Pillow Lava“ und „Sodafelsit“ beobachten und die Granitmassen von Land's End und Carn Menellis sind von späteren Intrusionen eines feiner körnigen Granits durchbrochen.

In dem hier näher betrachteten Gebiet (siehe die Karte von Camborne) gehören die Schiefer zur Mylor-Abteilung, welche aus dünnschiefrigen Schichten von blauem tonigen und feinsandigen Material bestehen. In der Nähe der großen Granitmassen sind sie jedoch stark umgewandelt und die wichtigsten Umwandlungsprodukte sind hier Knotenschiefer und lokal als Produkt einer noch stärkeren Umwandlung,

Hornfels. Ebenso haben auch die übrigen Tonschiefer große Störungen erlitten. Aufgeschlossen sind drei Massen von Granit, nämlich diejenigen von Carn Menellis, Carn Brea und Carn Marth. Die Bergwerksaufschlüsse haben ergeben, daß die ersten beiden dieser Granitmassen schon in nicht beträchtlicher Tiefe zusammenhängen und daß ein Streifen von Tonschiefer noch über dem von ihnen gebildeten Sattel liegt. Die Oberfläche des Granits verläuft unter der Decke von Sedimenten ganz uneben. Denn manchmal fällt die Grenze unter einem geringen Winkel unter die Erdoberfläche ein, während das Fallen hin und wieder ziemlich steil ist. Diese Unregelmäßigkeiten hatten eine große Wichtigkeit bei der Bestimmung der Reichweite der Metamorphose.

Vom Standpunkt der gegenwärtigen Anschauungsweise aus fordert die Granitmasse von Carn Brea die meiste Aufmerksamkeit. Sie besteht aus einem grobkörnigen Orthoklasgranit mit vorherrschendem Muskowit und Biotit. Turmalin und Lithionglimmer sind gewöhnliche Bestandteile, während Andalusit, Zirkon, Topas und Pinit weniger häufig oder sogar selten sind. Struktur und Zusammensetzung zeigen jedoch einen häufigen Wechsel und man findet in ihm auch Gänge von Apliten, feinkörnigem Granit, Pegmatiten und von „Elvan". „Elvan"gänge sind sehr zahlreich und setzen sowohl durch den Granit als auch durch den Schiefer und Grünstein hindurch. Im allgemeinen zeigen sie ein steiles Einfallen gegen Nordwest. Viele von ihnen scheinen Granitporphyre zu sein mit Einsprenglingen von Orthoklas, Quarz und Biotit, dieser häufig chloritisiert, in einer Grundmasse von Mikrogranit. Auch Turmalin und Pinit sind manchmal vorhanden.

Intrusionen von Grünstein sind hier ebenfalls vertreten. Dieselben haben in den anliegenden Schiefern eine Kontaktmetamorphose hervorgebracht und haben selbst eine starke Veränderung durch tektonische Bewegungen und durch den Einfluß des Granits erlitten. Sie sind basische feinkörnige und stark zersetzte Gesteine, welche von vielen Adern und Flecken von Granat, Epidot und anderen Mineralien durchzogen werden.

Die Übersichtskarte am Schlusse dieser Abhandlung zeigt die Beziehungen, welche diese verschiedenen Gesteine miteinander aufweisen. Auch der Parallelismus ihrer

Umrisse mit den Mineralgängen und der Hauptaxe, nach welcher die großen Granitintrusionen angeordnet sind, ist gut daraus zu entnehmen. Die Mineralgänge setzen durch den „Elvan" hindurch und sind daher erst später entstanden.

2. Allgemeines über die Gänge.

Heutzutage ist fast nur mehr das Zinn Gegenstand des Bergbaues. Nur bei einigen wenigen Bergbauten wird gelegentlich auch der Wolframit ein für den Handel wichtiges Mineral. Beispiele hiefür sind einige Gänge von South Crofty und New Cook's Kitchen. Bei den letzteren wurden auch große Mengen von Kupfererzen gefördert. Beispielsweise erreichte in den Jahren von 1826 bis 1868 die Förderung von Kupfer ein Maximum, das im Jahre 1856 etwa 209 000 t Erz betrug. Von 1869 bis 1885 fiel seine Häufigkeit beständig und schließlich blieb von 1886 bis 1905 die jährliche Förderung nahezu konstant, war aber bis auf etwa 5000 t gesunken. In einigen der Bergwerke wurden geringe Mengen von Blei-, Zink- und Silbererzen beobachtet. Auch der Flußspat wurde schon abgebaut. Diese Mineralien besitzen jedoch für den Handel keinerlei Bedeutung und sind viel feiner verteilt als die Zinn- und Kupfererze. Sie erscheinen nämlich sowohl in den Zinnkupfergängen selbst als auch in den jüngeren Quergängen. Die Art und Weise der Verbreitung von Zinkblende und Bleiglanz in den Zinnkupfergängen kann ganz ausgezeichnet in der New Cook's Kitchen Mine studiert werden und ist weiter unten beschrieben.

Wie schon Mac Alister auseinandersetzt, kann die Verteilung der einzelnen Gänge viel übersichtlicher betrachtet werden, wenn man sie in einzelne Züge gruppiert. Dies wird dadurch möglich gemacht, daß die Gänge regelmäßig in Gruppen auftreten, welche mehr oder weniger dicht bei einander liegende und parallele Gänge umfassen. Dabei verzweigen sich die einzelnen Gänge und durchsetzen einander so, daß sie eine sehr verwickelte Struktur zeigen und wirklich einfache Gänge garnicht vorkommen. Ein jeder solcher Gangzug besteht entweder aus einer Reihe von zusammengesetzten Gängen und Adern, deren wichtigste ein Streichen parallel zu dem ihres

ganzen Zuges aufweisen, oder aus einem oder mehreren Hauptgängen, welche von Apophysen begleitet sind. Längs diesen Gangzügen sind nun die Bergwerke angelegt. Die am Schluße beigefügte Karte zeigt die Verteilung der hauptsächlichen Bergwerke und Gangzüge und läßt erkennen, wie die letzteren nach der Richtung ihres Streichens in zwei Hauptabteilungen geschieden werden können.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß die reichsten Absätze diejenigen sind, welche entlang oder nahe der Grenze zwischen Granit und Schiefer liegen und daß heute die produktivsten Gänge jene an der Grenze der Carn Brea-Granitmasse sind. Häufig kommt es vor, daß Gänge entweder ganz im Tonschiefer oder ganz im Granit verlaufen, aber ihre Hauptverbreitung ist beschränkt auf die Kontaktzone zwischen Granit und Schiefer. Ein weiterer Faktor, welcher einen wichtigen Einfluß auf die Verteilung der Mineralien zu haben scheint, ist der Winkel, unter welchem der Granit unter den Schiefer einfällt. Wo dieser Winkel groß ist, da ist die Zone des Metamorphismus schmal und die Mineralabsätze nur schlecht entwickelt. Andrerseits sind die Erze gerade dort besonders konzentriert, wo das Einfallen der Kontaktgrenze gering und deshalb die metamorphe Zone sehr breit ist.

Auch in den einzelnen Gangzügen selbst weisen die Gänge zahlreiche Unregelmäßigkeiten auf. Im Streichen sind sie im Großen und Ganzen parallel zu einander und ihr hauptsächliches Einfallen ist steil und gegen Norden gerichtet. Aber es gibt auch Fälle, wo das Einfallen gegen Süd stattfindet oder wo der Einfallswinkel klein ist. Die Gänge selbst scheinen sich bemerkenswert häufig zu durchsetzen, so daß es wahrscheinlich ist, daß sie ein verschiedenes Alter haben. Sie verwerfen einander, verzweigen und vereinigen sich, wechseln mit der Richtung des Fallens und Streichens und senden Apophysen aus. Sie wechseln an Mächtigkeit, Häufigkeit und in ihrem Einfallwinkel. Dann durchtränken sie das Nebengestein mit Mineralien durch zahlreiche feine Apophysen und werden selbst wieder von verschiedenen Zügen von Quergängen durchsetzt. Die Unvollkommenheiten der alten Grubenkarten, die Unzugänglichkeit verlassener Werke und die Tatsache, daß gar manche Teile der Gangzüge noch gar nicht aufgeschlossen sind, machen es fast unmöglich, die tatsächlichen Beziehungen der einzelnen Gänge zu einander aufzudecken.

Die Verteilung der Erze in den einzelnen Gängen ist völlig unregelmäßig und zwar trifft das speziell für den Wolframit zu. Auch die Art und die Intensität der Umwandlung des Nebengesteins wechselt in beträchtlichen Grenzen und in manchen Fällen hat der Übergang eines Ganges aus dem Granit in den Schiefer einen gewichtigen Wechsel in den Mengenverhältnissen seiner Bestandteile bewirkt. Die relative Menge von Zinn und Kupfer ist gleichfalls ein sehr stark wechselnder Faktor, ob man ihn nun im nämlichen oder in verschiedenen Gängen betrachtet. Es ist schon seit langer Zeit beobachtet, daß im Allgemeinen die in Granit verlaufenden Gänge am reichsten an Zinn, die im Schiefer reicher an Kupfererz sind, während an der Grenze zwischen beiden sowohl Zinn als Kupfer abgebaut werden können. Manche Gänge der letzteren Art haben gute Beispiele für den Wechsel im Mengenverhältnis von Kupfer zu Zinn mit der Zunahme der Tiefe ergeben und man fand als allgemeine Regel, daß in den oberen Teilen solcher Gänge Kupfererze vorherrschen, während diese in der Tiefe und im Granit reichen Absätzen von Zinn Platz machen.

Das Alter der Zinn-Kupfergänge dürfte in die Zeit nach dem Karbon aber noch vor der Trias zu setzen sein. Viel jünger sind die „Quergänge". Diese durchsetzen und verwerfen die Zinn-Kupfergänge so, daß ihre Streichrichtungen im Großen und Ganzen senkrecht aufeinanderstehen. Die Quergänge enthalten kein Zinn, aber in manchen Fällen scheinen sie Erze von Blei, Zink und Silber zu enthalten.

Die South Crofty Mine und die New Cook's Kitchen Mine liegen bei einem kleinen Städtchen Namens Pool, welches ungefähr halbwegs zwischen Camborne und Redruth gelegen ist. Ihre ungefähre Lage ist auf der Karte angegeben, die zugleich erkennen läßt, daß sie zu einer Gruppe von Bergwerken gehören, welche die Gänge längs des Nordrandes der Carn Brea-Granitmasse abbauen.

3. Die South Crofty Mine.

Die South Crofty Mine liegt $^1/_3$ Meile von dem Ausstrich der Grenze zwischen Granit und Schiefer entfernt und baut folgende Gänge ab:

No. I. Lode
No. II. Lode
North Lode
Pryce's Lode
Palmer's Lode.

Das Bergwerk wird von einem Hauptschacht, welcher Robinsonschacht heißt und von zwei Nebenschächten, genannt Bickford- und Palmerschacht, aus betrieben. Der Robinsonschacht geht senkrecht und reicht gegenwärtig bis in eine Tiefe von 265 Klafter. In Intervallen von etwa 10 Klaftern sind Läufe („levels") entlang den verschiedenen Gängen getrieben und durch Querschläge verbunden. Das Erz der westlichen Teile des Bergwerks wird auf ihnen bis zum Robinsonschacht gefahren, während der Palmer- und der Bickfordschacht das Erz der östlichen Teile aufnehmen. An gewißen Stellen führen Fahrten von Lauf zu Lauf, aber die Arbeitsorte können meistenteils nur durch Kettenleitern oder durch Abklettern über Haufen von Schutt und Berg erreicht werden. Außer dem Material für die zeitweiligen Gerüste, auf denen die Arbeiter manchmal während der Arbeit stehen und außer dem, was an der Decke und am Boden der Läufe gebraucht wird, ist sehr wenig Werkholz zu sehen. Als Stützen werden von Zeit zu Zeit Pfeiler in dem Erzkörper stehen gelassen, aber es stehen auch große Hallen offen, ohne irgend welche anderweitige Unterstützung.

Bei dem Abbau des Erzkörpers werden zuerst blinde Schächte getrieben, um die einzelnen Läufe zu verbinden, so daß der Gang in rechteckige Blöcke zerlegt wird, welche dann allmählich von oben oder von unten her abgebaut werden. Beim Beginne des Abbaues von oben her werden zunächst große Stufen ausgearbeitet, auf welchen die Arbeiter während des Abbaues stehen. Bei Inangriffnahme von unten her wird das Erz in Form einer umgekehrten Treppe herausgebrochen und die Arbeiter stehen dabei auf zeitweilig hergerichteten Gerüsten oder auf den Haufen des gebrochenen Materials. Letztere Methode wird am häufigsten angewendet. An den Arbeitsorten werden Handbohrer angewendet, während in den Läufen und Querschlägen Maschinenbohrer zur Anwendung kommen. Die meisten der durch Abbau der Gänge gebildeten Hohlräume, der sog. „Stopes" sind ziemlich schmal, da sie

nur auf den Raum zwischen den Salbändern des Ganges beschränkt sind, wo wenig oder gar kein Nebengestein mit entfernt wird. In manchen Fällen erreichen sie aber ungeheure Dimensionen, was darauf beruht, daß nicht nur der Gang selbst, sondern auch das von erzführenden Apophysen durchsetzte Nebengestein mit abgebaut wird. Die meisten Arbeitsorte geben interessante Aufschlüsse, in verlassenen „Stopes" aber, welche nur mit großer Gefahr oder überhaupt nicht betreten werden können, ist das Nebengestein zu sehr zersetzt und verschmutzt, als daß es eine genauere Untersuchung gestatten würde.

A) No. I Lode.

§ 1. Allgemeines. Der „No. I Lode" liefert einen großen Teil der Zinnförderung und den größten Teil der Wolframitförderung der South Crofty Mine. Der Bergbau wird im großen Maßstab betrieben, so daß für die Untersuchung kein Mangel an Aufschlüssen und Anbrüchen des Ganges ist.

Gegenwärtig wird der Gang jedoch nur im Granit abgebaut und es war daher unmöglich, seine Struktur dort zu untersuchen, wo er die „Killas" durchsetzt. Der Gang wird vom Robinsonschacht aus abgebaut. In Intervallen von ungefähr zehn Klaftern sind gegen Osten an dem Gange entlang Stollen getrieben. Diese gewähren zu den verschiedenen „Stopes" Zutritt, wo der aktive Bergbau umgeht. Das an den Arbeitsplätzen gebrochene Gestein wird auf diesen Stollen zum Schachte gefahren.

In den oberen Teilen des Bergwerkes, d. h. oberhalb des 140 Klafter-Laufes wird wenig oder garnicht gearbeitet und die verlassenen Werke geben im Allgemeinen wenig brauchbare Aufschlüsse, zumal sie ziemlich gefährlich sind. Auf der 160 Klafter-Sohle oder 1015 Fuß unter Tag wird der Gang und an gewißen Punkten auch das von dessen Apophysen durchsetzte Nebengestein ziemlich intensiv abgebaut. Da der Lauf stets dem Gange entlang getrieben ist, so beobachtet man an seiner Decke gute Aufschlüsse. Dieselben sind aber gewöhnlich zu sehr verschmutzt, als daß sie für eine genauere Untersuchung brauchbar wären, zeigen aber immerhin die allgemeine Struktur des Ganges. An den Wänden des Stollens sind die Apophysen, die Turmalingänge und die Umwandlungserscheinungen im Granit ganz aus-

gezeichnet zu studieren. An einer Stelle, ungefähr 320 Fuß östlich des Schachtes befindet sich ein ausgezeichneter Aufschluß (siehe Abb. 1), welcher unmittelbar oberhalb des Stollens liegt. Das Gestein ist hier ziemlich frisch und wird von Zeit zu Zeit durch dünne sich ablösende Lagen frisch erhalten. Wenn man hier steht und gegen den nächsten Lauf emporblickt, beobachtet man die scharfe Abgrenzung der Salbänder und die konstante Mächtigkeit des Ganges. Einige Schritte weiter gegen Osten kommt man an eine Öffnung im südlichen Salband, welche in eine ungeheure Höhlung übergeht, die unter dem Namen „Mitchell's Stope" bekannt ist. Hier sendet der Hauptgang zahlreiche erzführende Apophysen in das Nebengestein, welche in großer Masse mit abgebaut wurden.

Direkt gegenüber der oben erwähnten Öffnung im „Mitchell's Stope" führen eine Reihe von Fahrten auf den 170 Klafter-Lauf hinunter. Beim Hinabklettern beobachtet man die regelmäßige Ausbildung des Ganges; denn sein Fallen bleibt gleich steil und seine Mächtigkeit ziemlich konstant. Die Salbänder sind scharf abgegrenzt und nur da und dort wurden Teile des Nebengesteins mit entfernt. In der Decke des 170 Klafter-Laufes und in einem „Stope" mehr gegen Osten, wo ein großer Teil des durchaderten Nebengesteins abgebaut wurde, kann man instruktive Aufschlüsse beobachten, aus welchen zu ersehen ist, daß der Hauptgang und seine Apophysen das nämliche Aussehen behalten, wie man es in der Nähe des oberen Laufes beobachten kann. Wenige Meter östlich von dem Ende der Fahrten befindet sich eine Öffnung in der Decke des Laufes, die in einen alten „Stope" führt, wo ein vollständiger Anschnitt des Ganges zwischen der 160 und 170 Klafter-Teufe aufgeschlossen ist. Auch hier wurde das Nebengestein teilweise entfernt. Der interessanteste Aufschluß befindet sich jedoch in einen „end", das sich wenige Meter südlich des 170 Klafter-Laufes und ungefähr 350 Fuß östlich vom Schachte befindet, an einem Punkte, wo das Erz vom „Mitchell's Stope" in die Wagen geladen wird (siehe Abb. 3).

Der 190 Klafter-Lauf wird auf Fahrten erreicht, welche an der liegenden Wand verlassener „Stopes" in der Nähe des Robinsonschachtes angebracht sind. Der Hauptgang ist hier etwas mächtiger und man kann beim Abstieg verschiedene Anbrüche desselben beobachten. Den 225 Klafter-Lauf erreicht

man, indem man durch den Schacht selbst hinabklettert. Man findet dort höchst interessante Aufschlüsse in einem großen „Stope", dem „Stoney Stope", welcher ungefähr 600 Fuß östlich vom Schachte liegt. Wie im „Mitchells Stope" ist hier das ganze von Apophysen durchzogene Nebengestein mit entfernt worden, so daß eine große Höhlung entstanden ist, welche bis zur 205 Klafter-Sohle reicht. Der Gang selbst zeigt hier das nämliche Aussehen wie in den höheren Läufen.

§ 2. 1000 Fuß Tiefe. Der östliche Teil eines verlassenen „Stope" unmittelbar oberhalb der 160 Klafter-Sohle und ungefähr 320 Fuß östlich vom Robinsonschacht bildet einen ausgezeichneten Aufschluß des Hauptganges, da man hier alle typischen Eigentümlichkeiten desselben beobachten kann (siehe Abb. 1). Der Gang ist hier ungefähr fünf Fuß mächtig und fällt steil gegen Norden ein. Das Nebengestein ist Granit, welcher stellenweise eine Umwandlung in ein dunkelgrünliches oder grauliches Gestein erlitten hat. Während aber der Granit des hangenden Salbandes verhältnismäßig frisch ist und eine gleichmäßige blaßrötliche Farbe aufweist, ist er am liegenden Salband oft völlig verändert.

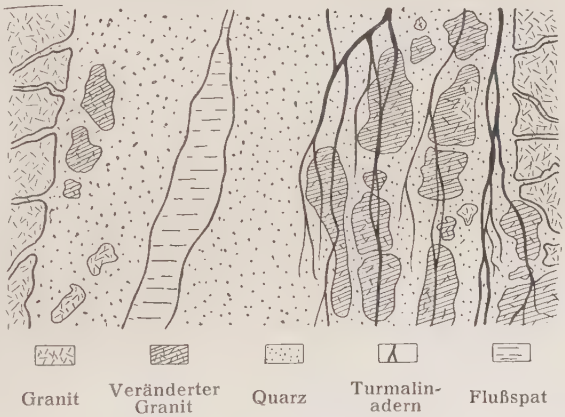


Abb. 1. Gangbild des „No. I Lode" in 1000 Fuß Tiefe.

Der Hauptgang besteht aus einem massigen milchweißen Quarz, welcher große Mengen von unregelmäßig verteiltem Arsenkies und Wolframit enthält. Nahe am liegenden Salband enthält er gerundete, dunkelfarbige Bruchstücke des veränderten Granits, die in allen Größen, von den kleinsten bis zu einem Fuß im Durchmesser messenden vertreten sind. Einige von ihnen, welche eine intensive Umwandlung erlitten haben, verschwimmen mehr oder weniger undeutlich in dem Gangquarz, die meisten besitzen aber scharfe

und gut ausgeprägte Umrisse. Gelegentlich findet man auch ganz frische oder nur wenig umgewandelte Stücke. Der ganze Gang und sein Nebengestein sind von dunkelgrünen Chlorit-Turmalinadern durchzogen, welche in der Hauptsache vertikal verlaufen. Das Innere des Ganges wird durch eine Ader von blaßgrünem Flußspat gebildet, die von einem Netzwerk feiner Chloritäderchen durchzogen ist. An der Decke des Stollens unterhalb des „Stope" läßt die Flußspatader eine zentrale Spalte offen, deren Wände mit schönen, dunkelvioletten Flußspatkristallen ausgekleidet sind.

Die unveränderten Teile des granitischen Nebengesteins zeigen eine mittelkörnige Struktur. Kleine Einsprenglinge von Feldspat und große Mengen eines farblosen Glimmers sind hier vorhanden. Der Feldspat ist verhältnismäßig frisch und blaßrötlich gefärbt. Im Dünnschliff sieht man in ihm Kataklasstruktur und Flecken von farblosem Glimmer, welcher in den Feldspäten der Grundmasse ziemlich reichlich, in den Einsprenglingen aber spärlich vertreten ist. Gelegentlich kommen auch kleine unregelmäßige Quarzaggregate dazu. Ein ursprünglicher Gehalt an Biotit ist mehr oder weniger vollständig in fast farblosen Glimmer umgewandelt, der Körner von Titanmineralien und Zirkonkristalle mit pleochroitischen Höfen umschließt. Der Quarz enthält kleine Flüßigkeitseinschlüsse. Auch dieses Mineral zeigt kataklastische Struktur und ist häufig von Rissen durchzogen, welche mit Serizitaggregaten angefüllt sind. Turmalin tritt einerseits in großen tiefbraunen und schlecht begrenzten Kristallen, andrerseits in kleinen bräunlichen Individuen auf, welch letztere in feinen, das Gestein durchziehenden Quarzäderchen eingeschlossen sind. Außer den Glimmeraggregaten und dem sekundären Quarz sind noch unregelmäßige Flecken von Flußspat und Apatitkristalle zu sehen. Letztere sind häufig gut ausgebildet und enthalten feine Zirkonkriställchen als Einschlüsse. Das ganze Gestein wird von einem Netzwerk feinster Quarz-Turmalinäderchen durchzogen, von denen viele reich an Flußspat sind.

An verschiedenen Stellen haben jedoch die Turmalinadern eine intensive Veränderung ihrer Granitsalbänder hervorgerufen und da, wo sie in größerer Anzahl auftreten, ist das ganze Gestein umgewandelt. Die Untersuchung, namentlich der veränderten Granitbrocken im Hauptgange selbst, zeigt deutlich,

daß die Umwandlung in mehreren verschiedenen Arten vor sich gegangen ist. Das gewöhnliche Umwandlungsprodukt ist ein bräunlichgraues Gestein, das u. d. M. dem Greisen vom Cligga Head vollständig gleicht. Die ursprünglichen Feldspäte sind zu Aggregaten von farblosem Glimmer und Quarz geworden und der Biotit hat eine mehr oder weniger starke Veränderung zu großen Flecken eines farblosen Glimmers erlitten, welche noch Zirkone mit pleochroitischen Höfen und Titanmineralien umschließen. Dann finden sich große Körner des stark kataklastischen primären Quarzes und kleine Körnchen des sekundären Quarzes. Flußspat ist entweder in Form kleiner unregelmäßiger Flecken oder in gut ausgebildeten Kristallen besonders in der Nähe der Glimmeraggregate weit verbreitet. Dabei ist er meist grünlichgelb gefärbt. Einen Nebengemengteil bildet der Turmalin in großen zerbrochenen Kristallen von tiefbrauner Farbe. Da und dort treten Quarzäderchen mit braunem Turmalin und kleine Kristalle von Arsenkies auf.

Doch finden sich hier auch Ausnahmen von der normalen Greisenbildung. Manchmal wird das Gestein innig mit Chlorit imprägniert und besteht dann u. d. M. aus unregelmäßigen Bruchstücken kataklastischen Quarzes, welche in eine fein radialstrahlige Grundmasse von stark pleochroitischem Chlorit mit ziemlich starker Doppelbrechung eingebettet liegen. Der durch eine Menge von Flüssigkeitseinschlüssen ausgezeichnete Quarz ist aber fast frei von sonstigen Einschlüssen. Der Chlorit dagegen enthält massenhaft kleine Turmalinkristalle, welche zonar in blau und braun gefärbt sind und große Mengen von fein verteiltem farblosem Glimmer. Auch treten unregelmäßige Flecken von Flußspat auf, zugleich mit einem klaren, häufig gut umgrenzten Quarz. Sonst finden sich noch Körner von Titanmineralien, welche entweder in Gruppen angeordnet oder durch die Grundmasse fein verteilt sind, ferner kleine Zirkone mit stark bräunlichen pleochroitischen Höfen. Der größte Teil des Turmalins liegt im Chlorit, doch findet man ihn auch im Flußspat oder teils in dem einen, teils im andern liegend. Bei der Betrachtung der Aufschlüße selbst findet man, daß dieses Gestein keineswegs einen zertrümmerten Teil des Gangquarzes, sondern eine stark veränderte Form von Granit oder Greisen darstellt. Denn das untersuchte Stück stammt

von einem scharf begrenzten Bruchstück von etwa einem Fuß Durchmesser, das in der rechten oberen Ecke der Abb. 1 dargestellt ist. Der Chlorit, Turmalin und ein Teil des Quarzes stammen wahrscheinlich von späteren Infiltrationen in den stark zertrümmerten Granit oder Greisen. Die großen Körner des kataklastischen Quarzes zeigen auch das nämliche Aussehen wie im normalen Typus des umgewandelten Granits und schließlich findet man auch gelegentlich große Glimmerblättchen in der chloritischen Masse. Manchmal ist der Granit völlig turmalinisiert, so daß er aus einer Grundmasse von sekundärem Quarz mit massenhaften blaubraunen Turmalinkristallen besteht. Im primären Quarz kommt der Turmalin aber nur in der Nähe von Rissen vor.

Nach den Untersuchungen im Gange selbst und von Dünnschliffen erscheint der Gang als das Produkt verschiedener abwechselnder Perioden der Zertrümmerung, Spaltenbildung und Infiltration. Die Reihenfolge der Gangausfüllungen scheint in diesem speziellen Teile folgende gewesen zu sein:

I. Spaltenbildung und Zertrümmerung,
II. Absatz des primären Quarzes, des Wolframits und Arsenkieses,
III. Intensive Zertrümmerung,
IV. Absatz des älteren sekundären Quarzes mit Zinnerz,
V. Intensive Zertrümmerung und Absatz des jüngeren sekundären Quarzes,
VI. Spaltenbildung,
VII. Bildung der „Peach"-Gänge (Turmalingänge),
VIII. Wiederholte Spaltenbildung mit Absatz von:
a) Flußspat-Gängen,
b) Flußspat-Kalzit-Gängen,
c) Flußspat-Zinnerz-Kupferkies-Gängen,
d) Turmalin- und Turmalin-Chlorit-Gängen,
e) Quarz-Kupferkies-Gängen.

Der Quarz ist massig und von milchweißer Farbe. Er ist sehr zerbrechlich uud blättert in großen dünnen Lagen leicht ab. Unter dem Mikroskop ist seine kataklastische Struktur sehr stark ausgeprägt und dadurch wird wahrscheinlich, daß der ursprüngliche „primäre Quarz" zwei Perioden der Zertrümmerung durchgemacht hat. Dafür sprechen noch verschiedene andere Beobachtungen, z. B., daß man hier drei Typen von Quarz

unterscheiden kann. Der primäre Quarz ist dort, wo er nicht allzu stark zerstört wurde, grobkörnig und von Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt. Als Grundmasse für die Bruchstücke des primären Quarzes beobachtet man eine kleinkörnige, klare und im Allgemeinen ungestörte Varietät, welche verhältnismäßig frei von Flüssigkeitseinschlüssen ist. Für die Beschreibung wurde sie als der ältere sekundäre Quarz bezeichnet. An manchen Stellen hat aber auch dieser eine intensive Zertrümmerung erlitten, welche zur Entstehung eines äußerst feinkörnigen Mosaiks führte, welches als jüngerer sekundärer Quarz bezeichnet wurde.

Der Quarz umschließt fast stets Kristalle oder Bruchstücke von Arsenkies und Wolframit. Gegen den primären Quarz sind diese Mineralien stets gut umgrenzt und ihre Umrisse geben zugleich die Richtungen der Pressungen und Zerreißungen des Quarzes. In dem älteren sekundären Quarz erscheinen sie meist als verhältnismäßig große Bruchstücke, während sie in dem jüngeren sekundären Quarz viel kleiner sind. Sehr häufig findet man, daß ursprünglich gut ausgebildete Kristalle von Arsenkies und Wolframit zugleich mit dem sie einschließenden primären Quarz nur teilweise zertrümmert wurden, so daß vielleicht die eine Hälfte verstreute Bruchstücke im sekundären Quarz bildet, während die andere Hälfte mit guter kristallographischer Umgrenzung in den primären Quarz hineinragt. Daraus kann geschlossen werden, daß der Arsenkies und der Wolframit zugleich mit dem primären Quarz in den Gang eingeführt wurde.

Das Zinnerz tritt unter verschiedenen Verhältnissen auf. Im primären Quarz wird es aber nie als Einschluß beobachtet. Manchmal tritt es in blaßbraunen, ungestörten und häufig verzwillingten Kristallen in dem ungestörten älteren sekundären Quarz auf und zwar mit guter Ausbildung gegen diesen. Einmal fand sich eine Ader von Zinnerz, welche einen Arsenkieskristall durchsetzt. An solchen Stellen jedoch, welche unter dem Einfluß der Bewegungen in Periode IV standen, wurden diese großen Individuen von Zinnerz zugleich mit dem einschließenden Quarz zu kleinen Partikelchen zertrümmert, welche in dem feinen Mosaik des „jüngeren sekundären Quarzes“ verstreut liegen. Hin und wieder findet man Adern von Flußspat, Quarz, Kupferkies nebst Pyrit und Zinnerz, welche

durch alle drei oben beschriebenen Quarzvarietäten hindurchsetzen. Diese Adern wurden in der Gruppe VIII c zusammengefaßt. Pyrit und Zinnerz sind in ihnen im Allgemeinen auf die randlichen Teile beschränkt, während Flußspatputzen mit kleinen Zinnerzkörnchen die Mitte einnehmen. Das Zinnerz zeigt hier wieder vollkommen ausgeprägte und ungestörte Spaltrisse. Es tritt aber in der unmittelbaren Nähe der offenen mit Flußspat ausgekleideten Spalte auch in großen Kristallen auf und zwar in inniger Verbindung mit Kalkspat und Pyrit und mit gut kristalisiertem Quarz, die alle zusammen als Einbettungsmasse für zerbrochene Wolframitkristalle dienen. Die oben angegebenen Beobachtungen lehren, daß der größere Teil des Zinnerzes zu einer Zeit in den Gang eingeführt wurde, als der primäre Quarz, der Wolframit und Arsenkies schon auskristallisiert waren und nachdem die intensiv zertrümmernden Bewegungen von Periode III schon vorüber waren. Zu einer noch viel späteren Zeit (VIII c) wurde jedoch noch einmal Zinnerz zugleich mit Flußspat, Kalzit und Kupferkies abgesetzt und zwar in Adern, welche in beliebigen Richtungen durch den Gang hindurchziehen.

Der größte Teil des Kupferkieses wurde von den späteren Adern der Periode VIII dem Gang zugeführt. Er setzt aber auch in Form feiner nur aus Kupferkies bestehenden Äderchen mitten durch Kristalle von Arsenkies hindurch und erscheint auch in unregelmäßigen Putzen und Körnern als Einschluß im Kalzit und Fluorit. Gelegentlich findet man ihn auch in Verbindung mit dem Zinnerz der Periode IV und wie dieses Mineral zeigt er dann gute Begrenzung gegen die Quarzkristalle.

Die „Peach"-Gänge, d. h. Turmalingänge, welche sowohl den Gang als auch das Nebengestein durchsetzen, haben im Großen und Ganzen eine vertikale Anordnung, obwohl sie sich häufig verzweigen und Apophysen aussenden. Ihre Mächtigkeit wechselt von ungefähr 1 cm bis zu den feinsten Äderchen. Sie zeigen gewöhnlich eine dunkelgrüne Farbe und scheinen im Handstück nur aus kleinen Turmalinnädelchen zu bestehen. U. d. M. bestehen sie aus einem Aggregat von Turmalin, Quarz, Flußspat und einer dunkelgrünen blättrigen Substanz, welche die Zwischenräume zwischen den Turmalinkristallen ausfüllt. Das Ganze wird von einer noch jüngeren parallel laufenden Kalzit-Fluoritader, die etwas

Kupferkies enthält, durchzogen. Der Turmalin bildet kleine, blaubraune und gut ausgebildete Kristalle, welche entweder zu kompakten Aggregaten gruppiert sind oder in feiner Verteilung im Quarz und Flußspat liegen. Die fein verteilte Zwischenmasse hat einen gut ausgeprägten Pleochroismus von tiefgrün zu grünlichgelb. Sie zeigt anormale Interferenzfarben und ist zu fein verteilt, als daß sie eine genauere optische Bestimmung ermöglichen würde. Wahrscheinlich ist es Chlorit und stellt ein Umwandlungsprodukt von Turmalin dar, denn mit Annäherung an die jüngere Kalzit-Fluoritader wird der Turmalin immer undeutlicher, während das für Chlorit angesehene Mineral an Menge zunimmt, bis es direkt am Rande der Ader zu einem dunkelgrünen Band zusammengedrängt erscheint. Die gleiche Erscheinung findet man auch anderswo, zum Beispiel in den jüngeren Turmalin-Chloritadern, welche den blaßgrünen Flußspat durchsetzen. Eine Umwandlung von Turmalin in Chlorit scheint sich hier aber nicht zu bestätigen und es ist zweifelhaft, ob sie überhaupt möglich ist. In Übereinstimmung hiemit bemerkt Tschermak: „Die in der Literatur bekannt gewordenen seltenen Fälle von Pseudomorphosen von Chlorit nach Turmalin könnten zum Teil Verdrängungspseudomorphosen sein. Jedenfalls aber bildet sich in den meisten Fällen bei der Umwandlung des Turmalins Glimmer heraus." Andere Turmalingänge bestehen unter dem Mikroskop völlig aus kleinen blauen Turmalinkriställchen, mit welchen nur ganz geringe Mengen von Quarz und Flußspat verbunden sind. Die Kristalle sind so innig verfilzt miteinander, daß im Allgemeinen keine Zwischenmasse zu beobachten ist.

Der Gang wird häufig von unzähligen feinen Äderchen und Gängchen durchsetzt, welche verhältnismäßig junge Infiltrationen von Flußspat, Turmalin, Kupferkies und anderen Mineralien darstellen. Man kann sie unmöglich nach der Reihenfolge ihrer Entstehung ausscheiden, obwohl sie sicherlich alle erst nach der Entstehung der „Peach"-Gänge entstanden sind. Der Inhalt dieser Adern wechselt häufig sogar in einem und demselben Trum, so daß sie auch nicht in bestimmte Gruppen eingeteilt werden können. Die gewöhnlichsten Arten scheinen nach ihren Hauptbestandteilen jedoch folgende zu sein:

a) Flußspat-Gänge,
b) Flußspat-Kalkspat-Gänge,

c) Flußspat-Zinnerz-Kupferkies-Gänge,
d) Turmalin- und Turmalin-Chlorit-Gänge,
e) Quarz-Kupferkies-Gänge.

Einen ausgezeichneten Aufschluß eines Flußspatganges bietet der betrachtete Anbruch. Wie man aus der Abbildung 1 ersieht, hat er mehr oder weniger linsenförmige Gestalt und ist an dieser Stelle ziemlich mächtig. Der blaßgrüne Flußspat, welcher stark zertrümmert ist und wenig oder gar keine Einschlüsse enthält, wird von unregelmäßigen Äderchen durchzogen, welche aus einem kompakten Aggregat blaubrauner Turmaline und dem tiefgrünen, fein verteilten, für Chlorit gehaltenen Mineral bestehen. Eingebettet darin findet man zahlreiche kleine Bruchstücke von Arsenkies. Manchmal können die Turmalinindividuen nur mit der stärksten Vergrößerung erkannt werden und sind häufig ohne jegliche Zwischenmasse innig miteinander verfilzt. Meistenteils verschwimmen sie aber völlig mit dem Chlorit, der oft so tief gefärbt ist, daß er fast undurchsichtig erscheint. Ein Flußspat-Kalkspatgang, der einen der „Peach"-Gänge durchsetzt, wurde schon beschrieben. Er ist sicherlich jünger als der letztere und besteht ganz aus Kalkspat mit nur wenigen Turmalinnadeln. Die Kupferkiesadern bilden einen weiteren sehr gewöhnlichen Typus dieser späteren Infiltrationen. Außer Kupferkies und Quarz enthalten sie häufig blaßblauen Turmalin, Zinnerz, Flußspat und etwas Chlorit. Der Quarz ist fast ganz frei von Flüssigkeitseinschlüssen und ist gegen den Kupferkies, der sich verzweigende Massen bildet, gut umgrenzt. Der Flußspat nimmt im Allgemeinen die Zwischenräume zwischen den Kristallen ein. Turmalin erscheint in gut umgrenzten Individuen sowohl im Quarz als auch im Flußspat und findet sich häufig in inniger Verbindung mit Zinnerz und Kupferkies. Der letztere enthält kleine Turmalinkristalle und ist selbst häufig wieder in den Flußspatputzen eingeschlossen. Manchmal sieht man äußerst feine Adern von blaßblauem Turmalin, welche durch die dunkelgrünen „Peach"-Gänge hindurchsetzen, während solche, die aus Turmalin und Chlorit bestehen, stets die Flußspat-Gänge durchschneiden. Endlich durchziehen noch Adern und Gänge von klarem Quarz, welche Chlorit, Turmalin, Kupferkies, Flußspat oder Zinnerz in größerer Menge enthalten, den Hauptgang nach allen Richtungen.

Mehr gegen Osten werden die in dem „Stope" gemachten

Beobachtungen durch die Aufschlüsse an der Decke des Stollens noch erweitert. An einzelnen Stellen wurden noch jüngere Spalten gebildet als diejenigen, in welchen sich der Flußspat absetzte. Diese wurden dann im Allgemeinen mit Eisenoxyd, Pyrit und stängeligem Quarz ausgefüllt. Die Aufschlüsse an den Wänden des Stollens, im „Mitchell's Stope“ und an anderen Orten, wo zur Zeit aktiver Bergbau umgeht, bieten geradezu glänzende Gelegenheit zum Studium der Apophysen des Hauptganges. Auf einige Entfernung zu beiden Seiten des letzteren ist der Granit nämlich von Quarzadern durchzogen, welche an einzelnen Stellen so zahlreich werden, daß sie ein vollkommenes Netzwerk bilden. Diese Gängchen verlaufen gekrümmt und ganz unregelmäßig, in einigen Fällen zerschneiden sie jedoch den Granit in scharfeckige rektanguläre Blöcke, wie man besonders an einem Ort ungefähr 320 Fuß östlich des Schachtes beobachten kann. Ihre Verteilung ist hier sehr unregelmäßig und ihre Menge wechselt sowohl nach der Richtung des Fallens wie des Streichens des Hauptganges ganz beträchtlich und zwar auch in ganz kleinen Distanzen. So sind sie im „Mitchell's Stope“ besonders zahlreich, in dem unmittelbar gegenüberliegenden Nebengestein jedoch an der Nordseite des Ganges nur sehr spärlich vertreten. Gewöhnlich ist die Grenze zwischen diesen Quarzadern und dem Granit sehr scharf und deutlich ausgeprägt, wie man besonders an der Nordwand des Laufes ungefähr 320 Fuß östlich vom Robinsonschacht beobachten kann. Man findet Beispiele, wo sie große Feldspatkristalle genau in zwei Hälften teilen und dabei sind, was besonders bemerkenswert ist, diese Feldspäte direkt am Kontakt keineswegs mehr umgewandelt als die weiter entfernt liegenden. Überhaupt erscheint der Granit hier außer in der unmittelbaren Nachbarschaft von Turmalingängen ziemlich frisch und die Feldspäte besitzen eine gleichförmige gelbliche oder schwachrötliche Färbung. Der Quarz dieser Adern gleicht genau dem des Hauptganges und enthält auch die nämlichen Mineralien. Gelegentlich findet man in ihm Feldspatkristalle, welche aber viel blaßer gefärbt sind als die im daneben-liegenden Granit. Wolframit und Arsenkies kommen in unregelmäßiger Verteilung vor. Auch Zinnerz tritt in den Turmalingängen auf. Da wo die Apophysen ungewöhnlich zahlreich werden, sind diese Mineralien in genügender

Menge vorhanden, um den Abbau des ganzen Gesteins zu gestatten. So wurde z. B. im „Mitchell's Stope“ das Nebengestein auf der Südseite so stark abgebaut, daß eine ungeheure Höhlung zurückblieb, in welcher man gute Aufschlüsse des durchaderten und unregelmäßig veränderten Granits beobachten kann.

An manchen Orten ist der Hauptgang und das Nebengestein von Turmalinadern durchzogen, welche manchmal eine Verwerfung der Apophysen hervorgebracht haben. Der Granit ist neben diesen Gängen stets zu einem Gestein verändert, welches viel dunkler gefärbt ist als das übrige. Ein typisches Beispiel, welches die relativen Beziehungen zwischen den Quarzadern, den jüngeren Turmalingängen und den durch die letzteren bewirkten Umwandlungserscheinungen zeigt, findet sich an der Südwand des Stollens ungefähr 400 Fuß östlich vom Robinsonschacht (siehe Abb. 2) Man sieht deutlich, daß die meist horizontal verlaufenden Apophysen von den vertikalen Turmalingängen verworfen werden. Die Schattierung stellt die veränderten Teile des Granits dar.

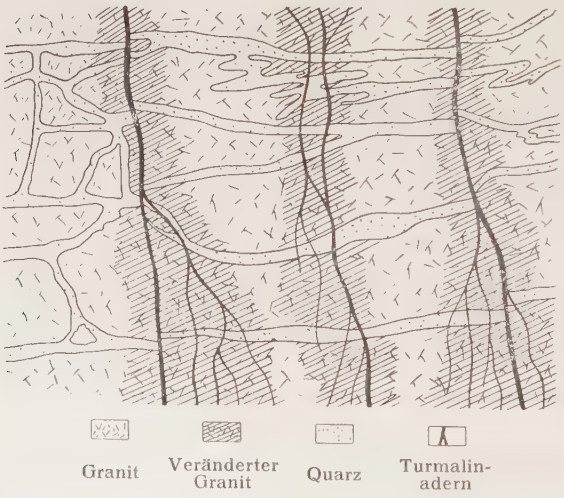


Abb. 2. Verwerfung der Apophysen des „No. I Lode“ durch jüngere Turmalinadern, welche gleichzeitig eine Umwandlung des Granits hervorgebracht haben. 1000 Fuß Tiefe.

Nach den obigen Betrachtungen erscheinen die Quarzadern als wahre Apophysen des Hauptganges, welche entweder durch Infiltration oder durch Injektion ausgefüllt wurden. Ihre scharfe Grenze gegen den Granit, sowie die außerordentlich frische Beschaffenheit der Feldspäte im unmittelbaren Kontakt mit ihnen, weisen auf eine Durchtränkung des Nebengesteins mit Kieselsäure hin, welche ihre Entstehung hervorrief. Dann

scheint es, daß während der Zeit, als die Bestandteile des Hauptganges und seiner Apophysen auskristallisierten, diejenigen Gase, welche eine Greisenbildung oder Turmalinisierung hervorbringen konnten, noch nicht in genügender Menge frei waren, um auch nur eine teilweise Zerstörung der benachbarten Feldspäte hervorzurufen.

§ 3. 1050 Fuß Tiefe. Vom 160 Klafter-Lauf bis zum 170 Klafter-Lauf, welcher in einer Tiefe von 1090 Fuß unter Tag vom Robinsonschacht aus gegen Osten getrieben ist, zeigt der „No. I Lode“ die nämlichen Eigenschaften, wie sie in einer Tiefe von 1000 Fuß beobachtet wurden. Der Hauptgang und seine Apophysen können in einem alten „Stope“ direkt unterhalb des vorher beschriebenen genauer untersucht werden. Der östliche Teil dieses „Stope“ zeigt die ganze Mächtigkeit des Ganges und seine nördliche Seite gestattet eine genauere Untersuchung der Apophysen, da hier eine große Menge des Nebengesteins mit abgebaut wurde. Die Mächtigkeit des Ganges bleibt augenscheinlich ziemlich konstant und auch sein Streichen bleibt unverändert steil. Wie in einer Tiefe von 1000 Fuß besteht er auch hier aus Quarz und ist von feinen Turmalinadern durchzogen. Er umschließt auch hier große Bruchstücke von verändertem und verhältnismäßig frischem Nebengestein. Gelegentlich beobachtet man kleine Kristalle von Wolframit, welche im Allgemeinen in Gruppen beisammen sitzen. Andrerseits ist Arsenkies wie gewöhnlich reichlich verbreitet. Auf der Nordseite sendet der Hauptgang zahlreiche Apophysen in den Granit und diese sind manchmal ganz vollgestopft mit sehr großen Kristallen von Wolframit.

Bei näherer Untersuchung zeigt sich, daß der Granit eine starke Zerstörung erlitten hat. An der Seite der Apophysen sind einige der Feldspäte in grünlichgelbe Massen zersetzt, welche u. d. M. aus Aggregaten von sehr fein verteiltem farblosem Glimmer mit einer gewißen Menge von Chlorit bestehen. In anderen Fällen steht aber die Zersetzung erst im Anfangsstadium und die nur etwas kataklastischen Feldspäte sind ziemlich frisch. Turmalin, Flußspat und Apatit sind Nebengemengteile. An manchen Stellen wird das Gestein von feinen Chloritadern, welche Körner veränderter Titanmineralien enthalten und von Quarzgängen durchzogen .Im Dünnschliff zeigt sich, daß der Quarz der Apophysen eine intensive Zer-

trümmerung durchgemacht hat. Das ist besonders gegen die Mitte der Gänge sehr ausgeprägt, wo er zu einem feinsten Pulver zerrieben ist, worauf eine Neukristallisation ein Mosaik kleinster ineinander greifender Körner bildete. Wolframit und Arsenkies wurden zugleich mit dem Quarz zerbrochen und sind nun als zerbrochene Kristalle und als verstreute Bruchstücke zu sehen. An solchen Stellen jedoch, welche der vollständigen Zertrümmerung entgangen sind, findet man gut ausgebildete Kristalle eingeschlossen im primären Quarz. Flecken von Flußspat und Chlorit sind zusammen mit Flecken von Serizit sehr häufig. Die gute Kristallform des Arsenkieses scheint anzudeuten, daß er in gewissen Fällen eine sekundäre Ablagerung darstellt.

§ 4. 1090 Fuß Tiefe. Unterhalb des „Mitchell's Stope" in einem „end" des 170 Klafter-Laufes und ungefähr 350 Fuß östlich vom Robinsonschacht findet sich ein interessanter Aufschluß, welcher die strukturellen Beziehungen der Quarzadern, der Turmalingänge und der verschiedenen späteren Infiltrationen zu einander zeigt. Die Gegenwart eines kleinen „Elvan"-Ganges macht den Aufschluß noch mehr instruktiv. In Abb. 3 stellen die Teile mit den kleinen Kreuzen den „Elvan" (K) dar, während das Nebengestein Granit ist. Der Hauptgang liegt nur wenige Fuß gegen Süden und seine Apophysen sind in der Figur mit welligen Linien bezeichnet. A und B sind vertikale Turmalingänge, welche den Granit und den „Elvan" in der gewöhnlichen Weise einige Zoll weit umgewandelt haben. E ist ein Gang, der Flußspat, Quarz, Turmalin und Chlorit enthält, dessen Salbänder manchmal eine Umwandlung von 6—12 Zoll Weite erlitten haben. H ist eine feine Ader klaren Quarzes, welche eine symmetrische Struktur zeigt und kleine mit Quarzkristallen ausgekleidete Hohlräume enthält. Durch die nähere Untersuchung der eingetretenen Verwerfungen kann man das relative Alter der verschiedenen Gangtypen leicht feststellen. Aus der Abbildung ist zu ersehen, daß der „Elvan", sowohl von den Quarzapophysen, als auch von den Turmalingängen verworfen wird und ebenso daß die letzteren die Quarzapophysen verwerfen. Der Gang H aus stängeligem Quarz ist der jüngste von allen und setzt ungestört durch das ganze System hindurch. Die Flußspatgänge zeigen eine etwas verwickelte Struktur und

zeitlich stehen sie wohl zwischen der Ausbildung der Quarzapophysen und der „Flußspatperiode“, welche auf die Peach-Periode folgte.

Es ist dadurch offensichtlich, daß nach der Erstarrung des „Elvans“ der No. I Lode den größten Teil seiner Bestandteile aufnahm und daß sich damals auch die Apophysen im Nebengestein bildeten. Dann folgten neue Störungen mit darauffolgender Bildung der Turmalingänge. Zu einer etwas späteren Zeit wurde der Flußspat zugeführt und noch viel später, als sich die Bedingungen dort so geändert hatten, daß Turmalin, Arsenkies und ihre Begleitmineralien nicht mehr abgesetzt werden konnten, da bildeten sich Risse, in welche dann wässerige Quarzlösungen infiltriert wurden. Aus diesen Lösungen setzte sich der Quarz langsam an den Wänden der offenen Spalten ab und führte so zur Entstehung der stängeligen Struktur der mit Quarz ausgekleideten Höhlungen. Wie schon erwähnt, ist die Ausbildung und mikroskopische Struktur des Quarzes dieser jüngeren Bildung so weit von dem typischen Quarz der Apophysen verschieden, daß kein Zweifel möglich ist, daß beide unter ganz verschiedenen Bedingungen auskristallisierten. Zum Schluße ist noch zu bemerken, daß die Apophysen mehr oder weniger horizontal verlaufen, während die Turmalingänge meist senkrecht einfallen und die jüngeren Adern eine Zwischenlage einnehmen.

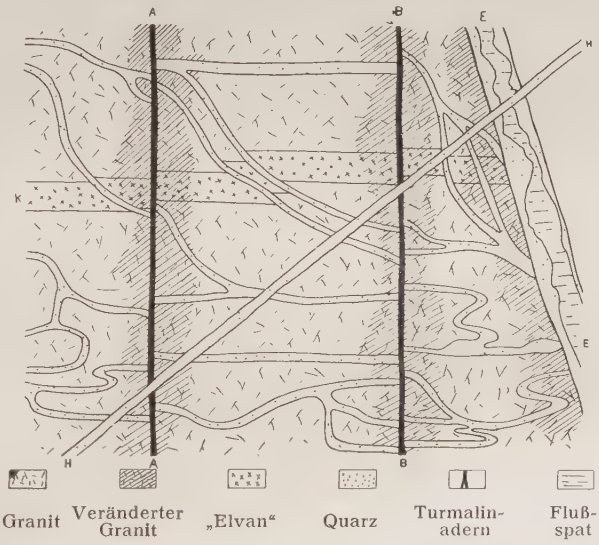


Abb. 3. Apophysen des „No. I Lode“ durchsetzt von Turmalinadern und noch jüngeren Gängen. 1090 Fuß Tiefe.

In der Nähe der Turmalingänge ist der „Elvan“

zugleich mit dem Granit verändert worden. Ein Schliff eines Handstückes vom Punkte K in Abb. 3 zeigt die wirkliche Verbindung der beiden, so daß eine Vergleichung der Umwandlungseffekte in beiden möglich ist. Der Granit unterlag hier keiner sehr großen Veränderung, da die Einsprenglinge von Feldspat noch erhalten sind, obwohl ihre Umrisse schon etwas unregelmäßig aussehen und obwohl sie schon gewisse Flecken von sekundärem Glimmer enthalten. Bemerkenswert ist, daß das Gestein eine Menge von sehr langen tiefbraunen Turmalinkristallen enthält, welche oft blaue Ränder aufweisen. Auch Flußspat erscheint in anomal zahlreichen und großen Individuen, während die fein verteilten Flecken von farblosem Glimmer meist klein sind. Die gewöhnlich großen Körner des primären Quarzes mit ihren Flüssigkeitseinschlüssen und große Blätter eines schwach pleochroitischen Glimmers sind unter dem Mikroskop klar erkennbar. Unter den Aggregaten von Glimmer, Quarz und Feldspat finden sich ganz große Apatitkristalle, deren Pyramidenflächen gut ausgebildet sind. Diese enthalten häufig Einschlüsse von Zirkon. Auch kleine Kristalle eines braunen Turmalins und Flecken von Chlorit sind hin und wieder zu beobachten. Der „Elvan“ dagegen weist eine viel einfachere Struktur auf. Ein klarer mittelkörniger Quarz ist erfüllt von großen Mengen von blaubraunen Turmalinkristallen. Dazu kommen farblose Glimmer und kleine Apatitkristalle als Nebengemengteile. Im „Elvan“ sind die Turmaline kleiner, obwohl sie in größerer Menge als im Granit auftreten. Bei der näheren Untersuchung der Handstücke und Dünnschliffe erkennt man, daß der „Elvan“ für die Umwandlung viel empfänglicher ist als der Granit. Wo jedoch der „Elvan“ in unmittelbarem Kontakt mit den Turmalingängen steht, wächst sein Gehalt an Turmalin ganz erheblich, so daß das Gestein viel dunkler wird. Er ist in Wirklichkeit dunkelgrün gefärbt und von sehr feinen Äderchen eines braunen Turmalins durchsetzt. Unter dem Mikroskop findet man häufig kleine schlecht begrenzte Feldspäte, welche oft eine ungewöhnlich große Menge von sekundärem Quarz enthalten und von Turmalin durchspickt sind. Letzterer ist auch durch das ganze Gestein in Form von blaubraunen, gut ausgebildeten Kristallen verteilt, wobei deren innerste Zone stets braun gefärbt erscheint. Apatit ist gewöhnlich und zeigte sich in mehreren Fällen gegen den Turmalin zu kristallographisch gut

ausgebildet. Flecken von Flußspat mit Einschlüssen von Turmalin und Pyrit erscheinen besonders häufig und auch in radialfasrigen pleochroitischen Chloritaggregaten können gut entwickelte Turmaline beobachtet werden. Das Gestein ist bemerkenswerter Weise fast völlig frei von Glimmer, wird aber von einer großen Menge von Äderchen durchsetzt, welche hauptsächlich aus braunen, in ebensolche kompakten Massen ohne Zwischenmittel eingebetteten Turmalinen bestehen. Letztere sind manchmal von späteren Adern durchschnitten, die entweder mit Quarz und blauem Turmalin oder mit letzterem allein erfüllt sind. Bemerkenswert ist auch die Beobachtung, daß der blaue Turmalin meistens die äußersten Zonen von zonar aufgebauten Kristallen bildet und daß er oft als Verkittungsmaterial zerbrochener Kristalle der braunen Varietät auftritt.

Der Flußspatgang gibt in kleinem Maßstab die allgemeine Struktur des Hauptganges wieder. Er besteht aus massigem Quarz, welcher von Turmalingängchen durchadert ist und von einem verhältnismäßig breiten Flußspat-Chloritgang durchzogen wird. U. d. M. besteht der quarzige Teil aus kleinen Bruchstücken des stark kataklastischen und mit Flüssigkeitseinschlüssen erfüllten „primären Quarzes“, die in der klaren, ungestörten und teilweise idiomorphen Varietät eingebettet sind. Die letztere umschließt gelegentlich auch Bruchstücke von Arsenkies, Körner von Apatit, etwas Turmalin und radiale Aggregate von schmalen nadelförmigen Kristallen von Zinnerz. Wie beim „North Lode“ und wie bei dem Aufschluß des „No. I Lode“ im „Stoney Stope“ sind der Flußspat und der Chlorit innig mit einander verbunden. Hier ist der Chlorit jedoch frei von Zinnerz. Andrerseits umschließt der Flußspat gelegentlich kleine Kristalle von Arsenkies und einige schwarzgrüne, gut ausgebildete Kristalle von Turmalin.

§ 5. 1300 Fuß Tiefe. In einem sehr großen „Stope“, dem „Stoney Stope“, der sich zwischen dem 205 und 225 Klafter-Lauf ungefähr 600 Fuß östlich vom Robinsonschacht befindet, sind sehr gute Aufschlüsse des Hauptganges und seiner Apophysen zu sehen. Der Gang sendet hier zahlreiche Zinnerz und Wolframit führende Quarzadern in das Nebengestein auf der Nordseite und deshalb wurde das ganze vom Gang und seinen Apophysen durchzogene Gestein abgebaut.

Der Gang besitzt hier ungefähr vier Fuß Mächtigkeit und liegt auf der südlichen Seite des „Stope“. Er besteht größtenteils aus Quarz, welcher von Turmalinadern und jüngeren Gängchen und Taschen von Flußspat und Chlorit durchzogen wird. Der Quarz gehört zu der massigen milchweißen Varietät. Turmalin tritt in Form des blaßblauen Gesteins, „Peach“ genannt, auf, das sehr reich an Zinnerz ist. Auch die jüngeren Flußspat-Chloritgänge sind sehr reich an Zinnerz, doch scheint dasselbe in noch jüngeren Adern von klarem Quarz und Flußspat, welche hin und wieder den Gang durchziehen, vollständig zu fehlen. Nach diesem Aufschluß zu urteilen scheint die Reihenfolge der Bildung des „No. I Lode“ folgende zu sein:

I. Spaltenbildung;
II. Absatz des primären Quarzes;
III. Intensive Zertrümmerung;
IV. Absatz von Quarz, Zinnerz und wenig Turmalin;
V. Spaltenbildung;
VI. Absatz großer Mengen von „Peach“ und Zinnerz;
VII. Spaltenbildung;
VIII. Absatz von Quarz mit wenig blauem Turmalin;
IX. Zertrümmerung;
X. Bildung linsenförmiger Gänge von Flußspat und Chlorit mit viel Zinnerz;
XI. Spätere Absätze von klarem Quarz und Flußspat.

U. d. M. zeigt der primäre Quarz dieselben charakteristischen Eigentümlichkeiten, wie derjenige vom 160 Klafter-Lauf. Er ist großkörnig, mit Flüßigkeitseinschlüssen erfüllt und intensiv zertrümmert. Hier enthält er aber keine Mineraleinschlüsse. Der sekundäre Quarz der Periode IV ist idiomorph gegen das Zinnerz, welches schwachbraun gefärbt ist und feine Nadeln von Turmalin einschließt. Auch geringe Mengen von Chlorit sind hier vorhanden. Das Zinnerz der Periode VI, welche die „Peach-Periode“ genannt werden soll, ist jedoch im Allgemeinen tief gelblich braun gefärbt und tritt in kleinen gerundeten oder gestaltlosen Körnern auf. Es kommt auch als Einschluß im Turmalin oder in dem diesen begleitenden Quarz vor. Diese Mineralien kommen auch in größerer Menge als klein gerundete Körner in dem Chlorit der Periode X vor, welche etwa der Periode VIII des „North Lode“ entspricht. Flußspat und Chlorit sind so innig miteinander verbunden, daß

es unmöglich ist, ihr gegenseitiges relatives Alter zu bestimmen. Außer kleinen Körnern von klarem Quarz und Flußspat weisen die jüngsten Infiltrationen drusige Hohlräume auf, welche mit langen prismatischen und von Eisenglanz bedeckten Quarzkristallen ausgebildet sind.

Die Apophysen des Hauptganges, welche an der Nordwand des „Stope“ ausgezeichnet aufgeschlossen sind, zeigen verschiedene Eigenschaften von großem Interesse. Sie sind hier besonders häufig und schneiden in allen Richtungen durch den Granit hindurch. Im allgemeinen sind sie ungefähr $1^1/_2$ Zoll breit und werden von Quarz ausgefüllt mit Feldspat, Wolframit und Zinnerz als akzessorischen Bestandteilen. Der Quarz gehört zu der massigen Varietät. Der Feldspat tritt hin und wieder in kompakten Aggregaten kleiner Individuen auf, welche gewöhnlich in der Mitte der Adern angeordnet sind. Er ist vollkommen frisch und zwar mehr als der Feldspat des Nebengesteins. Der Wolframit ist ganz unregelmäßig verteilt. Manchmal findet man Stücke, welche sehr reich an diesem Mineral sind, während man zu anderen Zeiten trotz eifrigsten Suchens vielleicht nur ein paar kleine Kristalle findet. Auch das Zinnerz zeigt eine unregelmäßige Verteilung, aber die Art dieses Vorkommens ist ganz einzigartig und wird sonst nirgends in diesem Bergwerk beobachtet. Hin und wieder bildet es außerordentlich reiche Adern, welche durch die Mitte der Apophysen ziehen und durch die Aggregate von Feldspat hindurch schneiden. U. d. M. bestehen diese Adern aus blaubraunen verzwillingten und dicht gedrängten Individuen von Zinnerz, mit denen etwas ungestörter Quarz verbunden ist. Letzterer ist immer gegen das Zinnerz gut ausgebildet. Die Feldspatmassen lösen sich in dicht gedrängte Kristalle von Orthoklas und Mikroklin auf, welche stark gequetscht aber frei von jeglicher Trübung sind und keine Anzeichen irgend welcher Zersetzung aufweisen. Dabei ist bemerkenswert, daß selbst da, wo die Zinnerzadern durch Feldspäte hindurchsetzen, letztere auch nicht die geringsten Zeichen von Zersetzung an sich tragen. Es bleibt völlig ungewiß, ob der Feldspat mit dem Quarz in die Apophysen eingedrungen ist oder ob er eine spätere Infiltration darstellt. Beide sind zerstört worden, als die Zinnerzadern sich bildeten und das Aussehen der letzteren gleicht unter dem Mikroskop völlig dem Zinnerz der Periode IV des

Hauptganges, so daß sie wahrscheinlich zu derselben Infiltration gehören.

Die gelegentliche Anwesenheit des Feldspats wurde in allen Teilen des „No. I Lode“ beobachtet. Überall zeigt er das nämliche Aussehen, nämlich gestaltlose Aggregate von kleinen Individuen, welche kein Zeichen irgend welcher Zersetzung an sich tragen. Manchmal tritt er in inniger Verbindung mit Wolframit auf, wie man an verschiedenen von den Halden stammenden Handstücken sehen kann.

§ 6. Schlußfolgerungen. Nach den vorhergehenden Beobachtungen in den verschiedenen „Stopes“ und Stollen zwischen den Tiefen von 1000 und 1300 Fuß scheint die Ausfüllung dieses Teils des „No. I Lode“ folgendermaßen vor sich gegangen zu sein:

Zunächst bildete sich durch große tektonische Bewegungen eine große Spalte und dabei wurde das ganze Gestein der Umgebung ungewöhnlich stark erschüttert und zertrümmert. Dann drang der primäre Quarz mit Wolframit und Arsenkies in die Spalte ein und füllte die Hauptspalte und die Risse im Nebengestein aus. Darauf folgte wiederum eine Periode der Zertrümmerung, während welcher sowohl der Hauptgang, wie seine Apophysen intensiv zertrümmert wurden und hierauf folgte die Infiltration und der Absatz des Quarzes und des Zinnerzes von Periode IV. Nocheinmal setzten tektonische Bewegungen ein, wobei einige Teile des Ganges zu feinstem Pulver zerrieben wurden und worauf der Quarz nach gewissen Linien wieder auskristallisierte. Die nächste Periode brachte die Spalten hervor, welche nachher den „Peach“ aufnahmen und dabei wurde auch zum ersten Male der Granit umgewandelt. Hierauf muß eine verhältnismäßig lange Zeit der Ruhe eingetreten sein und dann kam eine Reihe von Störungen, welche die Bildung der jüngeren verschiedene Mengen von Flußspat, Kupferkies, Kalkspat und klarem Quarz enthaltenden Quarzadern bewirkten.

Man kann die Zeit der Gangbildung in drei Hauptperioden trennen. In der ersten Periode traten starke Störungen verbunden mit intensiver Zertrümmerung des Nebengesteins auf und wurden große Mengen von Quarz mit Wolframit, Arsenkies und Zinnerz abgesetzt. In der nächsten Periode, welche die „Peachperiode“ genannt werden möge, drangen

beträchliche Mengen von Turmalin in die im Gang und im Nebengestein gebildeten Spalten ein, wobei der Granit umgewandelt wurde. Der „Peach" ist dabei bemerkenswert reich an kleinen Körnern von Zinnerz. Die dritte Periode kann die „Flußspat-Kupferkiesperiode" genannt werden, da sich in ihr die wichtigen Flußspatgänge und die zahlreichen Quarz-Kupferkiesadern bildeten. In dieser Periode hatten die tektonischen Bewegungen aufgehört, irgend eine wichtige Rolle zu spielen und es wurde in ihr der Gang nur gelegentlich erweitert und einfache Spalten gebildet. Nocheinmal wird das Zinnerz ein wichtiger Bestandteil und es tritt hier wiederum in kleinen Körnern als Einschluß in den Chlorit-Turmalinaggregaten auf, welche so innig mit Flußspat verbunden sind.

B) No. II Lode.

Dieser Gang kann am besten in den „Stopes" zwischen den Läufen von 225 und 245 Klafter westlich vom Robinsonschacht studiert werden. Hier fällt er fast senkrecht ein und hat eine wechselnde Mächtigkeit von vier bis acht Fuß. Er zeigt ein gänzlich anderes Aussehen als der „No. I Lode". Seine Salbänder sind scharf abgegrenzt und es fehlen augenscheinlich die Apophysen, welche für den No. I Lode so charakteristisch sind. Das unmittelbar angrenzende Nebengestein ist beträchtlich verändert, obwohl es an manchen Punkten gerade am Hauptgange selbst verhältnismäßig frisch ist. Die allgemeine Struktur des Ganges ist in Abbildung 4 wiedergegeben, welche eine Zeichnung nach einem „Stope", dem „Thomas-Stope" ungefähr über dem 245 Klafter-Lauf, d. h. ungefähr 1450 Fuß unter Tags und etwa 420 Fuß westlich vom Robinsonschacht darstellt. Wie man in der Abbildung erkennt, besteht der Gang hauptsächlich aus aderförmigen Massen von blaßblauem „Peach" in einem drusigen Quarz, welcher

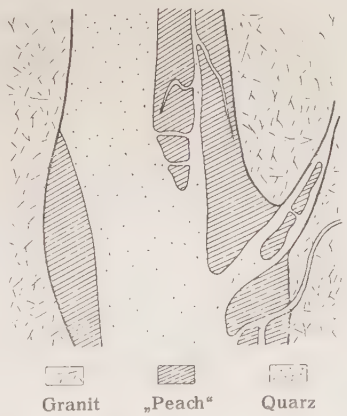


Abb. 4. Gangbild des „No. II Lode" in 1450 Fuß Tiefe.

von einer ganzen Reihe von Infiltrationen abgesetzt wurde. Untersuchungen des Hauptganges in anderen „Stopes“ zeigen, daß er in der Nähe überall die nämliche Struktur hat. Manchmal erscheint der „Peach“ in ganz kleinen scharfeckigen Bruchstücken, in anderen Fällen erfüllt er aber fast den ganzen Gang. Im Großen und Ganzen scheint er völlig frei von Einschlüssen und bemerkenswert gleichmäßig struiert, aber an einzelnen Stellen, z. B. in den „Stopes“ oberhalb vom 225 Klafter-Lauf, schließt er Bruchstücke eines älteren Quarzes ein. Der größere Teil des Ganges besteht jedoch aus einem jüngeren Quarz, welcher wiederholte Perioden einer Zertrümmerung und Wiederabsetzung aufweist. Er ist bemerkenswert eisenfarbig und an manchen Stellen ganz löcherig, wobei die kleinen Drusen entweder von kleinen Kristallen ausgekleidet oder auch von Mineralien der verschiedensten Art fast ganz ausgefüllt sind. Oberhalb des 225 Klafter-Laufes ist er mehr massig; er zeigt also in der ganzen Gangmasse eine große Veränderlichkeit seiner Ausbildung. Hin und wieder zeigen Schliffe linsenförmige Massen, welche aus dünnschiefrigen Lagen eines nichtkataklastischen Quarzes bestehen und zu den jüngsten aller Absätzen gehören. Außer diesen ist der Quarz noch erfüllt von Gängchen und Äderchen, welche Kupferkies, Pyrit, Eisenglanz, Chalybit und Arsenkies enthalten. Gelegentlich findet man auch schmale Äderchen von Pyrit, welche von Gängchen mit Bitumen durchzogen werden. In den Drusen endlich werden Flußspat, Chalybit, Eisenglimmer, Pyrit und eine grünliche kaolinartige Masse von unbekannter Zusammensetzung gefunden.

Wie schon oben erwähnt, hat der Granit an manchen Stellen eine intensive Veränderung zu einem bräunlichen Gestein erfahren, welches durch seine ungewönlichen Mengen von Titaneisen bemerkenswert ist. Die Feldspäte sind vollständig zersetzt und an ihre Stelle sind dichte Aggregate von feinverteiltem Glimmer mit wechselnden Mengen von Quarz getreten. Manchmal kann der Quarz in diesen Aggregaten auch fehlen. Der großblättrige Glimmer tritt in unregelmäßigen farblosen Blättern auf, welche keine Einschlüsse enthalten und in Form von blaßgrünlichen Individuen, welche von Titanmineralien vollgestopft sind. Gelegentlich findet man auch Sagenit. In manchen Fällen hat der Glimmer eine völlige

Umwandlung in Chlorit erlitten. Brauner Turmalin, Apatit und Zirkon erscheinen hier als akzessorische Gemengteile.

Nach den vorhergehenden Angaben scheint die Reihenfolge der Gangbildung folgende gewesen zu sein:

I. Spaltenbildung im Granit;
II. Absatz des primären Quarzes;
III. Starke Zertrümmerung;
IV. Absatz von blaßblauem „Peach" zugleich mit großen Mengen von Zinnerz;
V. Zertrümmerung;
VI. Absatz von Quarz mit wenig Turmalin;
VII. Wiederholte Spaltenbildung und Infiltration von Quarz, Flußspat, Pyrit, Eisenglanz und anderen Mineralien.

Nach der Spaltenbildung im Granit und der Infiltration des primären Quarzes setzten neue Bewegungen ein, welche eine starke Zertrümmerung des Ganges hervorbrachten. Dann wurden große Mengen von blaßblauem Turmalin eingeführt und diese bildeten linsenförmige Gängchen und feine Äderchen im primären Quarz. Bei der Untersuchung im Dünnschliff zeigt dieser „Peach" das gewöhnliche typische Aussehen. Er besteht aus dichten Aggregaten von blauen Turmalinkristallen, welche von kleinen aber wechselnden Mengen von Quarz begleitet sind. Das Gestein ist mit Zinnerzkörnern angefüllt, welche gerundet sind, wenn sie im Turmalin liegen, aber verhältnismäßig gut ausgebildet, wenn sie im Quarz liegen. Diese Körner enthalten auch wechselnde Mengen von feinen Turmalinnädelchen. Folgend auf die „Peach"-Bildung kam eine neue Periode der Zertrümmerung und hiernach wurden die zertrümmerten Bestandteile des Ganges sämtliche von den Absätzen eines nur wenig Turmalin führenden Quarzes wieder verkittet. Das war dann die letzte Periode starker Störungen. Später wurde der Gang wiederholt nochmals aufgerissen und es setzten sich von Zeit zu Zeit Quarz, Flußspat, Pyrit, Eisenglanz und andere Mineralien ab.

C) North Lode.

Gegenwärtig ist der „South Crofty North Lode" im „Quintrop's und „China's Stope" ungefähr 650 Fuß östlich vom Robinsonschacht und ca. 1400 Fuß unter Tags am besten aufgeschlossen. Die „Stopes" erreicht man durch den

225 Klafter-Lauf. Der Gang wird an verschiedenen Punkten bis hinunter zum 245 Klafter-Lauf abgebaut, so daß es hier nicht schwer hält, gute Aufschlüsse zu beobachten. Der Hauptgang fällt mit ungefähr 50° gegen Süden und scheint eine auf kurze Entfernung beträchtlich wechselnde Mächtigkeit zu besitzen. Das Nebengestein ist Granit, welcher hin und wieder von Turmalingängen aus verändert ist, obwohl er auch manchmal bis zum Salband des Hauptganges hin völlig frisch bleibt. Im allgemeinsten Sinne gesprochen, besteht der Gang aus Quarz, welcher von zahllosen Adern und Gängen von blaßblauem „Peach" zusammen mit linsenförmigen Gängen von Chlorit und zinnerzführendem Flußspat durchsetzt wird. Der Quarz gehört zur massigen, milchweißen Varietät. Der Turmalin tritt entweder in feinsten Äderchen oder in ganz breiten Gängen auf. Zwei Varietäten kann man an ihm unterscheiden, einen älteren dunkelbläulichgrünen Typus, welcher in verhältnismäßig geringen Mengen auftritt und einen blaßblauen Typus, welcher viel reichlicher vorhanden ist. Der Flußspat ist blaßgrün gefärbt und mit Flecken von Chlorit, die reich an Zinnerz sind, erfüllt. Außer diesem kommen auch jüngere Adern von farblosem Flußspat vor, welche fast frei von Mineraleinschlüssen sind.

Nach den Untersuchungen der Aufschlüsse in den „Stopes" und von Dünnschliffen von verschiedenen Punkten scheint die Geschichte dieser Gangformation folgende zu sein:

I. Spaltenbildung im Granit;
II. Absatz des primären Quarzes;
III. Starke Zertrümmerung;
IV. Absatz von Quarz, Zinnerz und Turmalin;
V. Zertrümmerung;
VI. Absatz großer Mengen von blaßblauem Turmalin, erfüllt mit kleinen Körnern von Zinnerz. Quarz tritt nur in geringen aber wechselnden Mengen auf;
VII. Zertrümmerung;
VIII. Bildung linsenförmiger Einlagerungen von Flußspat, Chlorit und Turmalin. Der Chlorit ist erfüllt mit kleinen Körnern von Zinnerz;
IX. Wiederaufreißung;
X. Spätere Infiltration von farblosem Flußspat.

Zu Beginn der Bildung des Ganges traten tektonische

Bewegungen auf, welche eine Spalte hervorbrachten. Die Abwesenheit von eingeschlossenen Bruchstücken des Nebengesteins, wie man sie beispielsweise im No. I Lode vorfindet, deuten darauf hin, daß die Bewegungen nicht sehr starker Natur waren, und daß die Spaltenbildung von nur schwacher Zertrümmerung begleitet war. Darauf folgte die Einführung eines grobkörnigen Quarzes, welcher mit Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt ist, aber scheinbar fast frei von Mineraleinschlüssen irgendwelcher Art. Er zeigt alle charakteristischen Eigentümlichkeiten des primären Quarzes, welcher die Gänge vom Cligga Head zusammensetzt und kristallisierte augenscheinlich unter normalen Verhältnissen aus. Vor dem Einsetzen neuer Bewegungen mußte eine große Spanne Zeit verstrichen sein, aber dann traten sie mit größerer Heftigkeit ein mit dem Ergebnis, daß der Quarz intensiv zertrümmert wurde. Dann folgte eine Periode, während welcher Quarz, Turmalin, Chlorit und Zinnerz in den Gang eintraten und die Bruchstücke wieder verkitteten. Der Quarz dieser Periode zeigt ein gänzlich verschiedenes Aussehen von dem primären Quarz. Entweder waren die Quellen für die Lösungen völlig verschieden oder es war ein so großer Zeitraum verstrichen, daß die während der Kristallisation herrschenden Verhältnisse zu so abweichenden Bildungen führen konnten. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man, daß das Zinnerz der Periode IV in großen ungestörten Kristallen auftritt, gegen welche der sekundäre Quarz gut ausgebildet ist und daß es von kleinen blauen Turmalinkristallen erfüllt ist, von denen einige teils im Zinnerz und teils im Quarz liegen. Der Quarz selbst erscheint im Dünnschliff in kleinen ungestörten und teilweise gut umgrenzten Kristallen. Der Chlorit ist radialstrahlig ausgebildet und stark pleochroitisch. Er umschließt manchmal ganz oder teilweise Individuen von Zinnerz und ist im allgemeinen erfüllt von Turmalinnadeln. Der Turmalin, welcher entweder blau oder blaubraun gefärbt ist, erscheint immer in gut gestalteten Nadeln im Quarz, Zinnerz und Chlorit. Alle die genannten Mineralien sind so innig miteinander verbunden und in so vollkommen ungestörter Lage, daß immerhin einiger Grund zu der Annahme vorliegt, sie seien sämtlich zu gleicher Zeit in den Gang eingeführt worden.

Die nächste Periode war eher eine Wiederaufreißung als

eine Zertrümmerung und dann folgte die Infiltration des blaßblauen „Peach". Dieser besteht aus einem dichten Aggregat von sehr kleinen blauen Turmalinkristallen, welche mit gerundeten und unregelmäßigen Körnern von Zinnerz erfüllt sind. Begleitet wird der Peach von kleinen Mengen eines klaren Quarzes, welcher fast immer zu Flecken oder unregelmäßigen Adern zusammengehäuft ist. Nach der „Peachperiode" kam ein Zeitabschnitt, welcher als die Flußspatperiode bezeichnet werden kann, da in ihm große Mengen von Flußspat dem Gange zugeführt wurden Dieser wurde wahrscheinlich des öfteren wieder aufgerissen und zu allererst bildeten sich grosse Taschen, welche Flußspat, Chlorit und Turmalin enthalten. Später traten dann noch Adern von klarem Quarz und Flußspat auf. Nach der mikroskopischen Untersuchung besteht die erste dieser Infiltrationen aus dichten äußerst feinverteilten Aggregaten von Chlorit und Turmalin. Der erstere ist tief grün gefärbt und manchmal umkristallisiert zu blasseren und gröber struierten Partien. Die Umrisse der Turmalinkristalle können aber auch mit Hilfe der stärksten Vergrößerung nicht erkannt werden, da die blaue Farbe des Turmalins sie wenig aus dem Grün des Chlorits hervortreten und verschwimmen läßt.

Das kleinkörnige Zinnerz endlich gleicht genau demjenigen, welches so reichlich in dem „Peach" der Periode VI vorkommt. Also scheint auch hier wieder die Möglichkeit gegeben, daß eine Umwandlung von Turmalin zu Chlorit eingetreten ist. Der größere Teil des Zinnerzes liegt in der Chlorit-Turmalinmasse, aber gelegentlich tritt es auch in Nestern von guten Kristallen als Einschluß im Flußspat auf. Im ersteren Falle erscheint es in kleinen gerundeten Körnern, welche Turmalinnadeln umschließen. Bei der Untersuchung ganz frischer Aufschlüsse an den Arbeitsplätzen findet man den Flußspat und den Chlorit in so inniger Verbindung miteinander, daß sowohl ihre Abtrennung als die Bestimmung ihres relativen Alters von beträchtlicher Schwierigkeit ist. Im Dünnschliff beobachtet man aber, daß der Flußspat in Form von unregelmäßigen Adern und Flecken durch die anderen Mineralien hindurchsetzt. Möglicherweise sind sie zusammen auskristallisiert, aber es erscheint die Vermutung wahrscheinlicher, daß nach der Zertrümmerung des „Peach" von Periode VI der Flußspat allein infiltriert wurde und die Bruchstücke wieder verkittete. Hiefür ist es von Wichtig-

keit zu bemerken, daß der Flußspat auch unregelmäßig den blauen Peach und die Aggregate von Turmalin und Chlorit durchsetzt und daher stellen die letzteren möglicherweise Zwischenbildungen der Umwandlung dar. Der Schluß der Ganggeschichte ist durch einfache Aufreißung und sekundäre Infiltration eines farblosen Flußspats gekennzeichnet.

Wie schon oben erwähnt, ist das Nebengestein ebenso wie bei den anderen Gängen nur in der unmittelbaren Nähe der Turmalinadern umgewandelt. Da, wo diese in großer Menge auftreten, sind auch große Mengen des Gesteins der Umwandlung anheim gefallen. Aber direkt neben dem Hauptgange selber findet man den Granit häufig völlig frisch, wie man deutlich im Dünnschliff erkennt. Die großen Individuen des perthitischen Orthoklases sind etwas trüb und enthalten gelegentlich ein paar Blättchen von Glimmer, weisen aber sonst keinerlei Anzeichen einer Umwandlung auf. Frischer brauner Glimmer ist ebenfalls häufig und erscheint meist durchwachsen mit großen Blättern der farblosen Abart.

D) Pryce's Lode.

Dieser Gang wird vom Bickfordschacht aus abgebaut, zur Zeit wird aber in der Nähe nur sehr wenig gearbeitet. Er streicht ungefähr O 15°N und fällt steil gegen Süden ein. In seinen oberen Teilen, wo er durch die Schiefer hindurchsetzt, führt er hauptsächlich Kupfererze, welche im Granit dem Zinnerz Platz machen. Der einzige Ort, wo man ihn näher untersuchen kann, liegt im „Haytorn's Stope", welcher unmittelbar oberhalb des 170 Klafter-Laufes und etwa 940 Fuß östlich vom Robinsonschacht liegt.

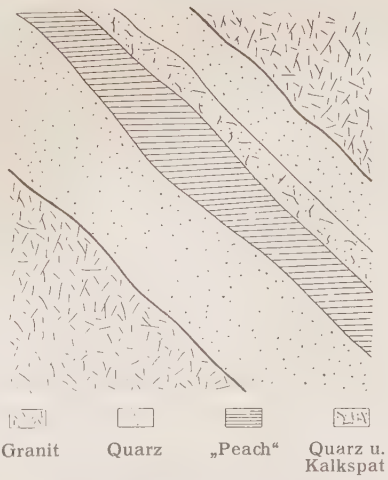


Abb. 5. Gangbild des „Pryce's Lode" in 1090 Fuß Tiefe.

Hier ist sein Fallen etwa 50° und seine Mächtigkeit ungefähr fünf bis sechs Fuß. Das Nebengestein ist hier Granit und die Salbänder sind sehr scharf ausgeprägt. Der Gang zeigt eine etwas verwickelte

Struktur, welche auf eine ganze Reihe von Zertrümmerungs- und Infiltrationsperioden schließen läßt. Abb. 5 (auf der vorhergehenden Seite) ist eine Skizze nach dem Aufschluß im Haythorns Stope und veranschaulicht die allgemeine Struktur des Ganges. Dieser besteht aus mehreren gut abgegrenzten Zonen, welche im Schema mit Buchstaben bezeichnet sind. Der äußerste Teil (A), ist eine graugefärbte Quarz-Turmalinbrekzie. Durch die Mitte zieht sich ein Band (B), aus blaßblauem Turmalin, das ziemlich viel Pyrit führt. Bei C liegt ein schmales Band aus körnigem, rostigem Quarz, mit dem größere Mengen von Kalkspat verbunden sind. Mit Hilfe von Dünnschliffen war es möglich, die allgemeine Reihenfolge der Gangbildung zu konstruieren. Sie scheint folgendermaßen zu sein:

I. Spaltenbildung;
II. Absatz des primären Quarzes;
III. Wiederaufreißung der Spalte und Zertrümmerung;
IV. Absatz von braunblauem Turmalin zusammen mit etwas Quarz, Chlorit und Apatit;
V. Zertrümmerung;
VI. Absatz großer Mengen von blaßblauem Turmalin erfüllt mit Körnern von Zinnerz und Arsenkies;
VII. Mehrere Perioden leichter Zertrümmerung gefolgt von Infiltration von Quarz mit oder ohne Turmalin;
VIII. Erneute Spaltenaufreißung und Bildung der rostigen Quarz-Kalkspatader.

An der Grenze gegen den Hauptgang ist der Granit verhältnismäßig frisch. Im Dünnschliff findet man, daß der Feldspat aus perthitischem Orthoklas mit Kataklasstruktur und aus Mikroklin besteht, welche beide kleine Flecken von farblosem Glimmer, Chlorit, Quarz und gelegentlich Kristalle von Zirkon umschließen. Das Gestein ist durch seinen hohen Gehalt an braunem Glimmer, welcher sehr häufig mit der farblosen Abart parallel verwachsen ist, bemerkenswert. Letzterer ist aber von Einschlüssen völlig frei, obwohl er häufig mit Apatit verbunden ist. Der braune Glimmer hat eine teilweise oder völlige Umwandlung in Chlorit erlitten unter Ausscheidung von Titanmineralien und auch Rutilnadeln in Form von Sagenit geben ihm ein charakteristisches Aussehen. Sowohl der Chlorit als auch der Biotit enthalten pleochroitische Höfe und gelegentlich Kristalle von Apatit. Letzterer ist in diesem Teil des Granits

teilweise gut ausgebildet und umschließt häufig Zirkonkristalle und Flüssigkeitsbläschen. Hin und wieder trifft man kompakte Aggregate von kleinen Blättchen eines farblosen Glimmers zusammen mit geringen Mengen von Chlorit. Sekundärer Quarz findet sich im Allgemeinen nur nahe am Rand solcher Aggregate, obwohl er in anderen Teilen des Gesteins ziemlich häufig ist. An einem Punkt wenige Fuß vom hangenden Salband des Ganges ist das Gestein beträchtlich kataklastisch und von Pyritäderchen durchzogen. Hier sind die Feldspäte völlig zerstört und haben Anlaß zur Entstehung scharf begrenzter Aggregate von fein verteiltem Glimmer und Quarz gegeben. Turmalin ist in Form großer brauner Individuen und kleiner blaubrauner Kristalle ziemlich gewöhnlich und setzt häufig in Form feiner Äderchen durch das Gestein hindurch.

Bei der Zertrümmerung des Granits durch tektonische Bewegungen bildete sich eine Spalte, welche dann von dem primären Quarz ausgefüllt wurde. Dieser zeigt alle Charakteristika der entsprechenden Art beispielsweise des „North Lode". Er ist großkörnig, erfüllt von Flüssigkeitseinschlüssen, frei von Mineraleinschlüssen und intensiv kataklastisch. Die zweite Periode der Zertrümmerung, welche zu dieser Kataklase Anlaß gab, bildete zugleich eine schmale Spalte im Innern des Ganges. Diese Spalte wurde von einem dichten Aggregat von braunblauem Turmalin ausgefüllt, welches in den benachbarten Quarz feine Äderchen entsendet. Die Äderchen enthalten häufig noch andere Bestandteile, wie kleine Mengen von Quarz, Chlorit und Apatit. Nocheinmal setzten Bewegungen ein, wodurch der ausgeschiedene Turmalin in kleine, scharfeckige Bruchstücke zerbrochen wurde. Letztere wurden dann in reichliche Absätze von blaßblauem Peach eingeschlossen. Dieser bildete einen Gang, in Abbildung 5 mit B bezeichnet, welcher mitten durch den älteren Quarz läuft und feine Apophysen sowohl durch den primären Quarz, wie durch die älteren Adern von braunblauem Turmalin aussendet. Unter dem Mikroskop ergibt sich, daß der „Peach" aus blaßblauen Turmalinkristallen besteht, welche so eng beieinander liegen, daß fast keine Zwischenmasse vorhanden ist. Er ist erfüllt von Arsenkiesbruchstücken und gerundeten Körnern von Zinnerz und letztere, welche in ihrer Größe bis zu den kleinsten Körnern herabgehen, sind wiederum erfüllt von feinen Turmalinnädelchen. Nach der Bildung

des blaßblauen „Peach“ und gegen das Ende der Gangbildung treten noch verschiedene Perioden leichter Bewegungen und darauffolgender Bildung kleiner Quarzadern auf, welch letztere zunächst noch geringe Mengen von Turmalin enthalten, während die späteren mehr oder weniger frei von Mineraleinschlüssen sind. Die Umgebung scheint dann noch weiteren Störungen ausgesetzt gewesen zu sein und so kam noch der letzte Absatz, der Quarz-Kalkspatgang zur Ausbildung. Dieser ist ganz zerreiblich und drusig, sodaß darin enthaltene eisenhaltige Mineralien der Oxydation verfielen und dem Gange die rote Färbung verliehen.

E) Palmers Lode.

Der „Palmers Lode“ wird vom Palmer- und Bickfordschacht aus abgebaut. Er ist ganz ausgezeichnet aufgeschlossen im „Gray's Stope“, welcher östlich vom Palmerschacht zwischen dem 140 und 150 Klafter-Lauf gelegen ist. Hier fällt der Gang unter einem Winkel von ungefähr 50^0 gegen Süden ein und besteht aus Quarz, durch welchen ein paralleler Gang von blauem „Peach“ hindurchläuft, wobei letzterer unzählige Apophysen in den Quarz und in das Nebengestein auf der anderen Seite entsendet. Die Granitbänder sind intensiv umgewandelt und aus diesem Grunde und wegen seines Reichtums an Turmalin ist es schwer, die Grenze zwischen ihm und dem Hauptgang festzustellen. Die Gangbildung scheint folgendermaßen vor sich gegangen zu sein:

I. Spaltenbildung;
II. Absatz des primären Quarzes;
III. Zertrümmerung;
IV. Absatz von Turmalin;
V. Zertrümmerung;
VI. Absatz großer Mengen von blaßblauem Peach erfüllt von kleinen Körnern von Zinnerz und Arsenkies;
VII. Spaltenbildung;
VIII. Bildung von Flußspat und Quarzadern, welche oft zerbrochene Kristalle von Arsenkies und Zinnerz enthalten. Hierher gehören auch Adern von Flußspat, welche gut ausgebildete Kristalle von neukristallisiertem Arsenkies umschließen.

Nach dem Absatz des Quarzes der ersten Infiltration

setzten neue tektonische Bewegungen ein. Diesen folgte dann die Einführung von bräunlichblauem Turmalin, welcher fast frei von Mineraleinschlüssen irgend welcher Art ist. Er erscheint in dichten Aggregaten von scharfeckiger Form, welche in der späteren Infiltration von blaßblauem Peach eingebettet liegen. Wie auch sonst ist dieser letztere sehr reichlich vorhanden und löst sich unter dem Mikroskop in dicht gedrängte Aggregate von sehr feinen Turmalinnädelchen auf. Auch kleine Körner von Arsenkies und Zinnerz sind in großer Anzahl vorhanden. Der Quarz erscheint dagegen in verhältnismäßig geringen Mengen und zwar in kleinen Flecken und Streifen, welche gelegentlich gut geformte Kristalle von Arsenkies enthalten.

Es ist aber unmöglich noch zu bestimmen, welcher von den beiden den späteren Absatz darstellt, oder welcher zugleich mit dem Turmalin in den Gang eingeführt wurde. Als spätere Infiltration und zwar wahrscheinlich nach mehreren Perioden der Spaltenbildung gebildet, erscheinen kleine Adern von Flußspat und Quarz, welche zerbrochene Kristalle von Arsenkies und Zinnerz zusammen mit anderen neukristallisierten Individuen des ersteren Minerals als Einschlüsse enthalten.

F) New Lode.

Dieser Gang ist neuerdings durch einen Querschlag aufgeschlossen worden, welcher von einem etwas westlich vom Robinsonschacht gelegenen Punkt des 245 Klafter-Laufes gegen Norden vorgetrieben wurde. Er besteht aus Quarz, der mit großen Nestern von Zinnerz und Chlorit angefüllt ist. Zwei verschiedene Quarztypen sind hier vertreten, nämlich Bruchstücke einer massigen milchweißen Abart und ein viel hellerer gut kristallisierter Typus, welcher als Grundmasse für die Zinnerz-Chloritaggregate auftritt. Zinnerz ist in außergewöhnlich großer Menge vorhanden und zwar in verhältnismäßig großen Kristallen, welche aus einem einfachen Prisma mit gut ausgebildeten Pyramidenflächen bestehen. Bei der Untersuchung im Mikroskop ergibt sich, daß die Zinnerz-Chloritaggregate ansehnliche Mengen von Quarz enthalten, welcher in klaren, nicht kataklastischen und gut ausgebildeten Individuen mit gelegentlichen Einschlüssen von gut umgrenzten Kristallen von Zinnerz auftritt. Chlorit ist in großer Menge da und bildet radialfasrige Gebilde in den Zwischenräumen zwischen

den idiomorphen Quarzkristallen. Schnitte nach der Basis zeigen einen zonaren Aufbau in verschiedenen Schattierungen von Grün und häufig gute Kristallform. Die Interferenzfarben dieses Chlorits sind hin und wieder anormal hoch, bewegen sich aber gewöhnlich zwischen blaugrau und gelb der ersten Ordnung. Zinnerz findet sich meistens teils als Einschluß in den Chloritaggregaten und zeigt fast immer eine gute Kristallumgrenzung. Seine Zonarstruktur ist gut zu sehen und zwar ist die Färbung augenscheinlich immer so geordnet, daß das Zentrum braun erscheint, während abwechselnd gelbe und farblose Zonen die randlichen Teile bilden.

Es ist leicht möglich, daß der sekundäre Quarz, das Zinnerz und der Chlorit, welche wahrscheinlich gleichzeitig dem Gange zugeführt wurden, einen Absatz darstellen, der der Periode IV beispielsweise des No. I Lode entspricht. Es ist jedoch ein gewichtiger Unterschied vorhanden, welcher darin besteht, daß der Quarz im „No. I Lode" idiomorph gegen das Zinnerz ist, während hier die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen. Die Reihenfolge der Absätze wenigstens in diesem Teile des Ganges ist daher keineswegs so kompliziert wie es gewöhnlich der Fall ist. Nach einer Spaltenbildung, hervorgebracht durch tektonische Bewegungen, wurde der primäre Quarz zugeführt und bildete einen einfachen Gang. Dann traten neue Störungen ein und zertrümmerten den Quarz, worauf die Zuführung und der Absatz der Quarz-Zinnerz-Chloritaggregate folgte.

G) Mineralgänge an der Grenze zwischen Granit und Schiefer.

Im 140 Klafter-Lauf befindet sich ein „Stope", dessen Aufschlüsse besonders instruktiv sind, da sie außer der Grenze zwischen Granit und Schiefer ein System von Mineralgängen zeigen, welche Arsenkies, Wolframit und Zinnerz führen (siehe Abb. 6). Die Südwand des „Stope" wird von stark umgewandelten und zertrümmerten Schiefern gebildet, während die nördliche Wand aus verhältnismäßig frischem und unzersetztem Granit besteht. Zwischen den beiden befinden sich Brekzienzonen und umgewandelter Granit und das ganze wird von Turmalinadern und von schmalen und breiten Quarzgängen durchzogen. Zwischen

dem Schiefer und dem veränderten Granit befindet sich eine Brekzie, welche zum größten Teil aus kleinen und großen Quarzbruchstücken besteht, die in eine Grundmasse von Chlorit, Turmalin und Quarz eingebettet sind. Ihre Struktur wechselt beträchtlich, trotzdem sie nur zehn Fuß mächtig ist. Neben dem Schiefer enthält sie zahlreiche Bruchstücke desselben. In der Mitte besteht sie aber fast ganz aus Quarz, welcher zertrümmert und mit Turmalin durchadert ist. Mit Annäherung an den Granit werden die Bruchstücke kleiner und die Grundmasse nimmt an Menge zu, bis an der nördlichen Seite des Bandes die Brekzie aus äußerst kleinen Quarzbruchstücken besteht, welche in eine Masse von dunkelgrünem Chlorit und Turmalin eingebettet sind. Die Grenze zwischen der Brekzie und dem Granit wird von einem Peachgang gebildet, welcher mit kleinen Trümmern von Arsenkies erfüllt ist. An der Nordseite dieser Grenze ist der Granit in einer Ausdehnung von ungefähr fünf Fuß zu einem dunkelgrauen Gestein verändert. Dieses umgewandelte Band geht allmählich in den gleichmäßig blaßrötlichen oder gelblichen Granit über. Es wird von zahlreichen unregelmäßigen Quarzgängen und unzähligen Turmalinadern durchsetzt. Noch weiter gegen Norden ist der Granit verhältnismäßig frisch und wird von zwei breiten Gängen durchzogen, von denen hier jeder ungefähr fünf Fuß mächtig ist. Sie stellen wahrscheinlich Abzweigungen eines einzigen Ganges dar. Das unveränderte Gestein in dem nördlichen Teil des Aufschlusses ist ein mittelkörniger Muskowitbiotitgranit. U. d. M. sieht man, daß seine größeren Einsprenglinge von Feldspat völlig frisch sind und nur gelegentlich Flecken von sekundärem Glimmer und ein wenig Quarz umschließen. Die

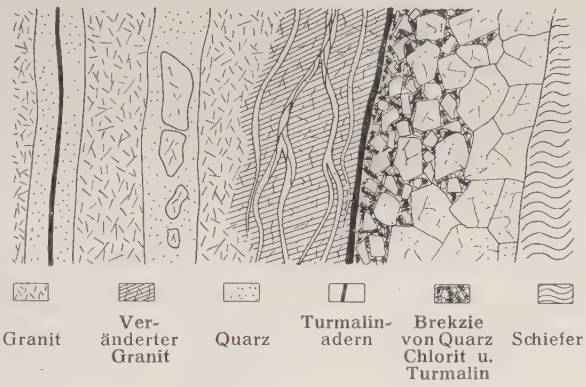


Abb. 6. Grenze zwischen Granit und metamorphen Schiefern in 960 Fuß Tiefe.

kleineren Kristalle sind jedoch stark umgewandelt. Das Gestein enthält ungewöhnlich große Mengen von fein verteiltem farblosem Glimmer, welcher im allgemeinen in kompakte Massen zusammengedrängt ist. Die gewöhnlich großen Blättchen von Glimmer mit ihren Einschlüssen von Zirkon- und Titanmineralien, die großen mit Flüssigkeitseinschlüssen erfüllten Quarzkörner und ein klarer sekundärer Quarz sind hier ebenfalls vertreten. Flußspat und Apatit sind in kleinen Mengen vorhanden. Hie und da zeigt der unveränderte Granit Flecken von fein verteiltem und schwach bräunlichem Glimmer, in welchen zerbrochene Feldspatkristalle eingebettet liegen. Im Dünnschliff besteht das Gestein aus verhältnismäßig frischen Bruchstücken von Feldspat, welche in kompakten Massen eines farblosen und wahrscheinlich lithionhaltigen Glimmers liegen. Der letztere erscheint auch in ziemlich großen Blättern, im Allgemeinen sind sie aber klein. Als akzessorische Mineralien kommen gut ausgebildeter Apatit und große braune Kristalle von Turmalin vor. Das erstere Mineral ist häufig mit Zirkon erfüllt, der auch in ziemlicher Menge im Glimmer vorkommt.

Das umgewandelte Gestein ist reich an Quarz und farblosem Glimmer und besitzt dann eine dunkelgraue Farbe. Hin und wieder wird aber auch der Chlorit reichlicher und gibt dem Gestein eine grünliche Farbe. U. d. M. sieht man, daß die Feldspäte völlig zerstört sind, und daß an ihre Stelle scharf umgrenzte Aggregate von äußerst fein verteiltem Glimmer getreten sind, denen der Quarz fast ganz oder vollkommen fehlt. Außerdem finden sich große Blättchen eines farblosen Glimmers, welcher frei von Einschlüssen ist, ferner chloritisierter Glimmer, der häufig mit Sagenit erfüllt ist. Von akzessorischen Gemengteilen mögen brauner Turmalin, Flußspat und Apatit erwähnt werden.

Die Schiefer wurden in unmittelbarer Nähe des Granits an verschiedenen Punkten in der Umgebung des 140 Klafter-Laufes untersucht. Die Grenze zwischen den beiden ist an der Decke des 150 Klafter-Laufes östlich vom Bickfordschacht und ungefähr 840 Fuß östlich vom Robinsonschacht ausgezeichnet zu beobachten. Eine Quarzader bezeichnet die Grenzlinie und sendet ganz unregelmäßig verlaufende Apophysen in das Nebengestein und besonders in die Schiefer. Hier bestehen die veränderten Schiefer aus einem Aggregat von kleinen teil-

weise idiomorphen Quarzkörnern, fein verteiltem Glimmer und Chlorit, der schwachgrün gefärbt und schwach pleochroitisch ist und aus braunem Turmalin. Auch Eisenerze, Zirkone und große durchlöcherte und unregelmäßig begrenzte Blätter von weißem Glimmer sind zugegen. Die Schiefer sind am Palmerschacht und an der Nordwand des 140 Fuß-Laufes augenscheinlich stark zertrümmert und zersetzt. Sie sind schwachgrün gefärbt und zeigen den Habitus eines verwitterten Phyllits. U. d. M. bestehen sie aus einer sehr fein verteilten Grundmasse von Quarz, weißem Glimmer und Chlorit, die mit körnigen Aggregaten von Rutil und Titaneisen erfüllt sind. Auch Apatit erscheint reichlich in kleinen Kristallen. Manchmal wird der Chlorit von kleinen braunen Glimmerblättchen verdrängt. Unterhalb des erwähnten „Stope" scheint das Gestein ein dunkelgrauer Phyllit zu sein, welcher aus gefalteten Aggregaten von fein verteiltem Quarz, braunem Turmalin, weißem Glimmer, Chlorit und Eisenerzen besteht. Näher am Granit und an der Südwand des Stope geht er in einen Glimmerschiefer von mehr körniger Struktur über. Die schichtige Struktur ist stark ausgeprägt und auf der Schichtfläche sieht man farblose Glimmerblättchen. U. d. M. besteht er zum größten Teil aus farblosem und braunem Glimmer, von denen der erstere in großen und kleinen Blättchen erscheint. Auch große Mengen von braunem Turmalin sind vorhanden und als akzessorische Bestandteile findet man Apatit und Eisenerz. Hin und wieder finden sich Zinnerzkörner, welche von blauem Turmalin durchwachsen sind. Mehr gegen Norden, d. h. in der Zone der Brekzienbildung zeigen Bruchstücke des Gesteins den Habitus eines lichtgefärbten splitterigen Hornfelses. Im Dünnschliff besteht der Hornfels aus einem Mosaik von kleinen Quarzkörnern von bemerkenswert einheitlicher Gestalt, welche kleine Kristalle von Turmalin, Apatit und Chlorit umschließen.

Die Einbettungsmasse für diese Bruchstücke besteht aus großblättrigem Chlorit, der mit kleinen blaubraunen Turmalinkristallen erfüllt ist. Verwachsen mit diesem Mineral kommen häufig lange Leisten von teilweise zersetztem Titaneisen vor. Zirkon und Flußspat bilden akzessorische Bestandteile. Der nördliche Teil der Brekzie besteht aus teils gerundeten, teils scharfeckigen Quarzbruchstücken, welche von Chlorit, Quarz und blaubraunem Turmalin wieder verkittet werden. Der

Chlorit findet sich hier häufig in völlig idiomorphen Querschnitten.

Die zwei breiten Gänge, welche in dem nördlichen Teile des Aufschlusses durch den Granit hindurchsetzen, senden zahlreiche Apophysen in das Nebengestein. Sie werden von vielen feinen „Peach"-Adern durchzogen, von denen eine beträchtliche Dimensionen erreicht. Der Gangquarz zeigt trotz seiner massigen Beschaffenheit eine etwas andere Ausbildung als der Typus am Cligga Head, was wahrscheinlich darauf beruht, daß die Zertrümmerungen und Neukristallisationen hier einen größeren Umfang erreicht haben. Er enthält ziemliche Mengen von fein verteiltem Arsenkies, der manchmal in vertikalen Bändern angeordnet ist. U. d. M. zeigt sich, daß dieses Mineral zugleich mit dem älteren Quarz zertrümmert wurde. Der neukristallisierte Teil der Grundmasse enthält etwas blaßblauen Turmalin, während Kupferkies in Form von Äderchen, die durch den Arsenkies hindurchsetzen, eine spätere Infiltration darstellt. Die veränderten Teile des Granits sind von einem System unregelmäßiger Quarzadern durchzogen, welche von feinen Turmalingängchen quer durchsetzt werden.

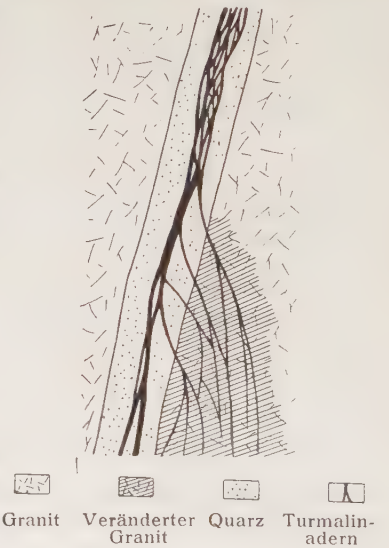


Abb. 7. Umwandlung des Granits durch Turmalinadern.

Die Turmalingänge bestehen aus einem blaßblauen Peach, welcher aus so dicht verfilzten Kristallen besteht, daß fast keine Zwischensubstanz vorhanden ist. Wenn aber eine solche vorhanden ist, so scheint es stets Flußspat zu sein. Daß die Peach-Gänge hauptsächlich für die Umwandlung des Granits verantwortlich sind, kann man in verschiedener Weise feststellen. So findet man zum Beispiel häufig ein Netzwerk feinster Turmalinadern, die mitten durch den Quarzgang hindurchsetzen. An vielen Stellen verzweigen sie sich in das Nebengestein und wo dies eintritt, ist der Granit intensiv umgewandelt. An andern Stellen ist er auch direkt an seiner Grenze gegen den Quarzgang völlig frisch. (Siehe Abb. 7.)

Nach dem Vorhergehenden scheinen die verschiedentlichen Umwandlungen, welche die Umgebung der Grenze zwischen Granit und Schiefer ergriffen haben, folgendermaßen vor sich gegangen zu sein:

I. Spaltenbildung entlang der Grenze zwischen Granit und Schiefer mit darauffolgender Infiltration von Quarz, welcher einen Gang und Apophysen im Nebengestein bildete; wahrscheinlich gehören die beiden Gänge, welche im nördlichen Teil des Aufschlusses durch den Granit hindurchsetzen, zu solchen Apophysen;
II. Zertrümmerung des Ganges an der Grenze mit den anliegenden Schiefern;
III. Absatz von Chlorit, Quarz und blaubraunem Turmalin;
IV. Leichte Bewegungen mit der Bildung eines Systems von Spalten;
V. Absatz von blaßblauem Peach und Umwandlung des Granits;
VI. Spätere Infiltrationen von Quarz und Pyrit in Form von Äderchen. Letzteres Mineral bildet manchmal eine Imprägnation von Teilen des umgewandelten Granits.

Die Gänge, welche durch den unveränderten Granit hindurchsetzen, sind ebenfalls intensiv zertrümmert und zwar wahrscheinlich durch Bewegungen der Perioden II und IV.

4. Die New Cooks Kitchen Mine.

North Tincroft Lode.

§ 1. Allgemeines. Der obere Teil des North Tincroft Lode wird durch die New Cooks Kitchen Mine abgebaut, welche ungefähr 250 Meter nördlich von der erwähnten Grenze zwischen Granit und Schiefer liegt. Es wurden bisher noch keine größeren Tiefen erreicht und deshalb befinden sich die Bauten noch immer in den Schiefern. Gegenwärtig ist dort nur ein Schacht in Betrieb, der Eastschacht, welcher eine kurze Strecke vertikal verläuft, um dann, nachdem er den Hauptgang erreicht hat, diesem bis etwa 600 Fuß unter Tag zu folgen. In Zwischenräumen von ungefähr 10 Klafter sind vom Schachte aus Stollen nach Osten und Westen getrieben, welche vom obersten angefangen als der „1. Lauf", „2. Lauf" u. s. f. be-

nannt werden bis zum „10. Lauf“, der gegenwärtig der tiefste ist. Der Gang fällt unter einem zwischen 65° und 75° wechselnden Winkel gegen Norden ein. Auch seine Mächtigkeit schwankt beträchtlich, beträgt aber im Allgemeinen zwischen 8—14 Fuß. Im ganzen Bergbau ist das Nebengestein Schiefer, von welchen die Salbänder stets scharf abgegrenzt sind. Apophysen, wie sie im „No. I Lode“ auftreten, fehlen hier vollständig, obwohl sich der Gang manchmal sowohl nach der Richtung des Fallens, wie des Streichens verzweigt, wobei aber der Divergenzwinkel stets nur klein ist. Hin und wieder haben schmale Quergänge kleine Verwerfungen hervorgerufen, im Allgemeinen aber ist der ganze Gang bemerkenswert frei von strukturellen Unregelmäßigkeiten.

Die in diesem Bergwerke aufgeschlossenen Gangbildungen können sowohl nach Alter wie nach Mineralgehalt scharf von einander getrennt werden. Nach ihrem relativen Alter sind diese folgende:

I. Ein Gang mit massigem Quarz, Arsenkies, Wolframit und fein verteiltem Glimmer;

II. Ein Gang mit gut kristallisiertem Quarz, Feldspat, Arsenkies, Wolframit und Kupferkies;

III. Flußspat-Kupferkies-Gänge;

IV. Ein Gang mit drusigem Quarz, Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz.

In Bezug auf Mächtigkeit und ihre Lage gegen den Hauptgang zeigen sie große Verschiedenheiten. Sie sind mehr oder weniger linsenförmig gestaltet und können in ihrem Verlaufe von einigen Fuß Mächtigkeit plötzlich bis auf ein kleines Äderchen verdünnt werden. Im „Hoskin's Stope“, der unmittelbar über dem 5. Lauf und ungefähr 320 Fuß westlich vom Schachte liegt, besteht der Hauptgang fast ganz aus Typ II. Im „Evan's Stope“, der oberhalb des 9. Laufes und 150 Fuß östlich vom Schacht liegt, besteht er aus Typ I und wird von Gängen des Typ II und IV durchschnitten. Im „Hollow's Stope“, oberhalb des 9. Laufes und 150 Fuß westlich vom Schacht wird der Typ IV vorherrschend, während am östlichen Ende des 9. Laufes und zwar in einen „Stope“ oberhalb des 10. Laufes und ungefähr 100 Fuß westlich vom Schacht der Quarz des Typ I von Flußspat-Kupferkiesadern durchzogen ist.

§ 2. Typ I. Die besten Aufschlüsse dieses Ganges finden sich im „Evan's Stope", wo er aus einem massigen, milchweißen Quarz besteht, der keinerlei Neigung zu stängeliger Ausbildung zeigt und wechselnde Mengen von Arsenkies, Wolframit und Zinnerz enthält. Der Arsenkies ist in gleichmäßig verteilten Gruppen kleiner Bruchstücke reichlich vorhanden, dagegen ist aber Wolframit nicht gerade häufig und tritt entweder in kleinen, gut ausgebildeten aber zerbrochenen Kristallen oder in ungleichmäßigen Bruchstücken auf. Hin und wieder beobachtet man Zinnerz in braunen Flecken und feinen Adern. Der ganze Gang ist von zahlreichen Chlorit-Kupferkiesadern von viel jüngerem Alter durchzogen. U. d. M. besteht der massige Quarz aus zwei Varietäten, einer älteren kataklastischen, welche mit Flüßigkeitseinschlüssen erfüllt ist und einer jüngeren klaren und ungestörten, welche in kleinen teilweise idiomorphen Kristallen erscheint. Auch das Zinnerz tritt in zwei Generationen auf, deren erste unregelmäßig begrenzte Bruchstücke und gerundete Körner bildet, während die andere in fein idiomorphen Nadeln vorkommt, welche zwischen den Kristallen des sekundären Quarzes liegen. Letztere sind jedoch häufig völlig eingeschlossen oder auf Bruchstücke von Arsenkies und älterem Zinnerz aufgewachsen. Obwohl der primäre Quarz niemals Kristalle der älteren Zinnerzvarietät umschließt, findet man ihn doch manchmal teilweise von diesem Mineral umgeben. Wichtig ist dabei noch die Beobachtung, daß das Zinnerz häufig von idiomorphen Kristallen des primären Quarzes durchlöchert wird.

Nach dem Vorhergehenden scheint die Bildung des Ganges vom Typ I folgendermaßen vor sich gegangen zu sein:

I. Spaltenbildung in den Schiefern;
II. Absatz von Quarz, wahrscheinlich zugleich mit Zinnerz und Arsenkies;
III. Intensive Zertrümmerung;
IV. Absatz von Quarz und Zinnerz;
V. Bildung kleiner Spalten und der Chloritkupferkiesadern.

§ 3. Typ II. Gute Aufschlüsse dieses Ganges sind im „Hollow's und Hoskin's Stope" zu beobachten. In dem ersteren ist er ziemlich schmal und läuft durch einen Schieferkeil zwischen Gängen von Typ I und IV (Siehe Abb. 8 auf folgender Seite). Er enthält Quarz, Feldspat, Arsenkies, Wolframit und kleinere

Mengen von Flußspat und Kupferkies. Der Quarz ist in ungewöhnlich geringer Menge vorhanden. Der Feldspat tritt in unregelmäßig begrenzten, rötlichen Flecken auf, welche keine Andeutung von kristallinen Umrissen zeigen; Wolframit bildet gewöhnlich kleine, gut geformte, aber meist gebrochene Kristalle. Der Arsenkies ist sehr reichlich und besonders an den Rändern des Ganges angehäuft, wo er schmale Bänder bildet. Die genannten Mineralien sind innig mit einander verbunden, der Feldspat wird häufig von Wolframitkristallen durchbrochen und schließt Bruchstücke von Arsenkies ein. U. d. M. sieht man gut geformte, aber gebrochene Kristalle von Wolframit und Arsenkies in einer ungestörten Grundmasse von Orthoklas, Quarz und Flußspat liegen. Der Feldspat ist zwar etwas getrübt, zeigt aber sonst keinerlei Andeutung einer Veränderung. Er ist völlig ungestört und tritt in dichten Aggregaten von kleinen, gut geformten Individuen auf, welche eine Grundmasse für die zertrümmerten Kristalle von Arsenkies und Wolframit bilden. Der Flußspat ist ebenfalls kristallographisch gut umgrenzt und liegt entweder völlig im Feldspat oder setzt in Form von Äderchen durch den Arsenkies hindurch.

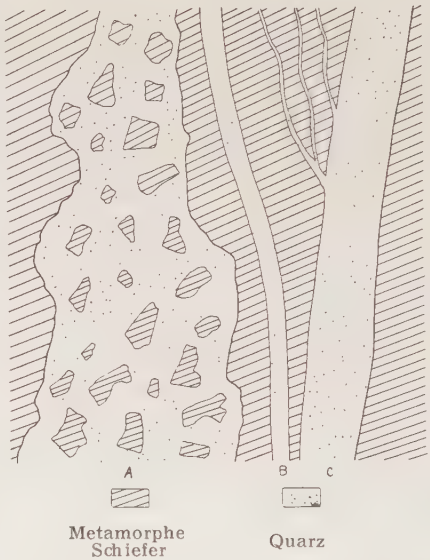


Abb. 8. Gangbild des „North Tincroft Lode“ in 460 Fuß Tiefe (Hollow's Stope)

A = Quarz von Typ IV
B = Quarz von Typ II
C = Quarz von Typ I

Im „Hoskin's Stope“ finden wir ebenfalls die Verbindung von Feldspat mit Quarz, Wolframit und Arsenkies, aber die allgemeine Struktur des Ganges zeigt verschiedene merkwürdige und ungewöhnliche Eigenschaften. Hier fällt er unter einem Winkel von 75° gegen Norden ein und die ganze Breite der abgebauten Fläche beträgt acht Fuß (Abb. 9 auf folgender Seite).

Die abbauwürdige Fläche besteht aus zertrümmerten Schieferschichten, welche auf der Nordseite von einem an Wolframit bemerkenswert reichen Gang durchsetzt werden, während im Süden eine Zone von unregelmäßigen Adern aufgeschlossen ist, welche Feldspat, Flußspat und Arsenkies führen. Zwischen den beiden liegt ein keilförmiges Stück von stark zertrümmertem Gestein, welches linsenförmige Massen von Ton und feinverteilten Verwitterungsprodukten enthält. Der Gang an der nördlichen Seite zeigt eine symmetrisch gebänderte Struktur. Am Rand gegen die Schiefer liegt eine Zone, die ganz aus Feldspat mit wenig Arsenkies besteht und von feinen Chloritadern durchzogen wird. Dann folgt eine schmale Zone von Arsenkies und Kupferkies, auf welche lange, idiomorphe und ungestörte Kristalle von Quarz senkrecht zu den Salbändern aufgewachsen sind. In den Zwischenräumen zwischen letzteren liegt wieder Arsenkies und Kupferkies, welche erst schnell, dann langsam an Menge zunehmen, jemehr man an die Mitte des Ganges kommt. Wolframit erscheint in sehr zahlreichen, großen und gut ausgebildeten Kristallen, welche häufig zu Bändern angehäuft sind, in denen dann die Individuen parallel zu den Hauptaxen der Quarzkristalle liegen. Manchmal sind die Kristalle zerbrochen und von wahrscheinlich sekundärem Quarz mit Pyrit wieder verkittet. Flußspat tritt in unregelmäßig gestalteten Flecken auf, welche beträchtliche Mengen von Wolframit umschließen. Der Gang sendet zahllose kleine Apophysen von Feldspat in das Nebengestein auf der andern Seite. Im Dünnschliff sieht man, daß der Feldspat zwar getrübt, aber im übrigen ganz frisch ist. Er umschließt zerbrochene Kristalle von Arsenkies und ist manch-

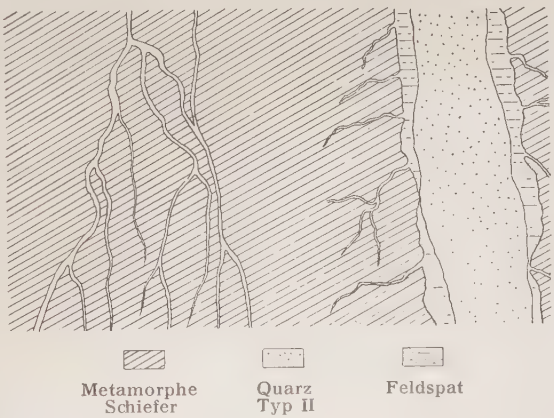


Abb. 9. Gangbild des „North Tincroft Lode“ in 260 Fuß Tiefe (Hoskin's Stope).

mal mit Quarz innig verwachsen. Nur einmal wurde Zinnerz gefunden und zwar ein großer Kristall, der teilweise an Arsenkies und teilweise an Feldspat angrenzte. An seiner Grenze gegen die Arsenkies-Kupferkieszone zeigt der Feldspat eine innige Verwachsung mit Quarz und der letztere nimmt an Menge zu. Auch Flecken von farblosem Glimmer und Chlorit sind eine gewöhnliche Erscheinung. Gelegentlich kann man auch Körner von Zinnerz beobachten. Die Feldspatapophysen, welche auf der andern Seite des Ganges die Schiefer durchsetzen, bestehen u. d. M. aus leistenförmigen und parallel angeordneten Feldspatindividuen, welche genau senkrecht zum Salband stehen. Quarz- und Flußspat treten dagegen nur in geringer Menge auf.

Die Adern, welche auf der Südseite des Hauptganges den zertrümmerten Schiefer durchsetzen, enthalten bemerkenswert wenig Quarz. Ihre Hauptbestandteile sind Feldspat, Flußspat und Arsenkies. U. d. M. erscheinen die ersten beiden völlig ungestört. In einigen der schmaleren Gänge sind vollkommen idiomorphe Feldspatkristalle auf der Schieferwand aufgeschlossen und ragen in das Innere des Gängchens, das im Allgemeinen von Flußspat eingenommen ist, herein. In der unmittelbaren Nachbarschaft dieser Adern bestehen die Schiefer aus dichten Aggregaten von feinverteiltem braunem Glimmer, mit welchem farbloser Glimmer, Chlorit, Quarz, Feldspat und Eisenerze verbunden sind.

§ 4. Typ III. Gänge von blaßgrünem Flußspat mit Kupferkies setzen in einem „Stope“ oberhalb des zehnten Laufes und in der Decke am östlichen Ende des neunten Laufes durch den Quarz von Typ I hindurch. Ihr relatives Alter zu den Gängen von Typ IV kann nicht mit irgend welcher Sicherheit bestimmt werden, da sie nie in Verbindung miteinander auftreten. Es scheint jedoch als ob die zinkblendeführenden Gänge etwas später als die Flußspatgänge entstanden sind. Im Allgemeinen dürften sie jedoch so ziemlich das nämliche Alter besitzen.

§ 5. Typ IV. Gute Aufschlüsse dieses Ganges befinden sich im „Evan's“ und im „Hollow's Stope“ (siehe Abb. 8). Im ersteren setzt er durch Gänge von Typ I und II hindurch, während er im letzteren von einem Gange von Typ I durch einen Keil von Nebengestein getrennt ist. Seine Hauptbestandteile sind Quarz, Zinkblende, Kupferkies und Blei-

glanz. Unter diesen Mineralien ist Zinkblende am reichsten vertreten, während der Bleiglanz nur gelegentlich zu beobachten ist. Der Quarz ist ungestört, klar und in langen Individuen gut kristallisiert. Er enthält zahlreiche drusige Hohlräume, welche häufig eine beträchtliche Größe erreichen, so mißt zum Beispiel einer im „Evan's Stope" mehrere Yards in der Länge und ein paar Fuß in der Höhe und enthält große gut ausgebildete Kristalle von Markasit. Der Quarz ist auch von zahlreichen scharfeckigen Bruchstücken des Nebengesteins erfüllt. Bei näherer Untersuchung zeigt er eine symmetrische Struktur um diese Bruchstücke herum. Die anderen Mineralien nehmen im Allgemeinen die Zwischenräume zwischen den vollkommen ausgebildeten Quarzkristallen ein, doch erscheint die Zinkblende manchmal in ziemlich großen Massen, welche die Drusenräume ausfüllen. In den leeren Drusen findet man diese Mineralien häufig in den Zwickeln zwischen den freien Quarzkristallen. Die Mineralien sind wohl alle gleichzeitig abgesetzt. Aus der völlig ungestörten Ausbildung der Mineralien ist zu entnehmen, daß seit der Ausfüllung des Ganges keine wesentlichen Bewegungen mehr eingetreten sind. U. d. M. zeigt sich, daß die Schieferstücke aus dichten Aggregaten von äußerst fein verteiltem Chlorit bestehen. Quarz ist nur in sehr geringen Mengen vorhanden, während hin und wieder Kristalle von Zirkon auftreten. Das Gestein wird von Äderchen durchsetzt, welche Quarz, Chlorit, Pyrit und Flußspat enthalten.

Schluß.

Alle Gänge, die im Vorhergehenden beschrieben wurden, besonders jene von South Crofty, besitzen eine zusammengesetzte Struktur, welche auf einer großen Anzahl abwechselnder Perioden der Zertrümmerung und Spaltenbildung sowie Absetzung verschiedener Mineralien beruht. In allen Fällen war jedoch die Möglichkeit gegeben, ihre Bildungsgeschichte in vier Hauptperioden zu scheiden, welche beziehungsweise die Namen „Quarzperiode", „Peachperiode" „Flußspat-Kupferkiesperiode" und „Zinkblende-Kupferkiesperiode" erhalten haben.

Die Quarzperiode ist die älteste und kann in zwei Unterabteilungen zerlegt werden. In der 1. Stufe bildete sich im Nebengestein eine Spalte, welche sofort mit einem jetzt grobkörnig und stark kataklastisch erscheinenden Quarz ausgefüllt wurde, welcher von Flüßigkeitseinschlüssen vollgepfropft ist. Der Bequemlichkeit halber wurde er als „Primärer Quarz" bezeichnet. Nur in einem einzigen Falle, nämlich im 160 Klafter-Lauf des „No. I Lode" schließt er Mineralien ein und zwar so, daß es scheint, sie seien gleichzeitig mit ihm entstanden. In der 2. Stufe wurde der Gang intensiv zertrümmert und dann von einem feinkörnigen, klaren, ungestörten und teilweise kristallographisch gut umgrenzten Quarz ausgefüllt, welcher der „ältere sekundäre Quarz" genannt wurde. Dieser wird von Zinnerz und blauem Turmalin in wechselnder Menge begleitet. Im „No. I Lode" zum Beispiel, ist der Quarz von beträchtlichen Mengen von Zinnerz, aber nur von sehr wenig Turmalin begleitet. Im „North Lode" dagegen ist die Menge von Turmalin viel größer, während in einigen Teilen des „Palmer's" und „Price's-Lode" die ganze Gangfüllung nur aus diesem Mineral besteht.

Dann folgte die „Peachperiode", welche durch die Entstehung von bemerkenswert großen Mengen an „Peach",

das sind kompakte Aggregate von blauem Turmalin, begleitet von kleinen aber wechselnden Mengen von Quarz charakterisiert ist. Dieser Peach ist sehr reich an Zinnerz, welches in kleinen Körnern erscheint.

In der nächsten Periode, der „Flußspat-Kupferkiesperiode“ traten große Mengen von Flußspat und ein großer Teil des Kupferkieses in Erscheinung. In dem „North Tincroft Lode“ führt der Flußspat Kupferkies mit, während er in den tieferen Teilen des „North Lode“ und des „No. I Lode“ innig mit Aggregaten von Chlorit und Turmalin vergesellschaftet ist.

In der „Zinkblende-Kupferkiesperiode“ finden wir wiederum eine Infiltration von großen Quarzmassen, aber diese sind hier von Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz begleitet. Andere Mineralien wie Hämatit, Kalkspat und Pyrit, welche hin und wieder in verhältnismäßig geringen Mengen auftreten, gehören entweder zu der „Flußspat-Kupferkies-“ oder der „Zinkblende-Kupferkiesperiode“, doch kann wegen der Abwesenheit von bestimmten Anzeichen ihre richtige Stellung in der Ausscheidungsreihenfolge nicht mit absoluter Bestimmtheit angegeben werden.

Die Gänge am Cligga Head zeigen ein Aussehen, das von dem der South Crofty-Gänge wesentlich verschieden ist. Alle Anzeichen weisen hier darauf hin, daß der Wolframit, Arsenkies, Kupferkies, das Zinnerz und ein Teil des Turmalins zugleich mit dem primären Quarz entstanden sind und daß gleichzeitig damit die Salbänder des Ganges eine Umwandlung in Greisen durchmachten. Auch ist bemerkenswert, daß jüngere Bildungen von „Peach“, Flußspat und ähnliches nie durch diese Gänge hindurchsetzend angetroffen werden. Alles dies, die Abwesenheit der späteren Bildungen, die Umwandlung des Nebengesteins in Greisen und die gleichzeitige Entstehung der oben genannten Mineralien, bildet wichtige Unterscheidungsmerkmale von den South Crofty-Gängen. Aber sowohl am Cligga Head wie in South Crofty erscheint der Wolframit und der Arsenkies meistenteils in gut umgrenzten Kristallen im primären Quarz oder in zerbrochenen Kristallen oder zerstreuten Bruchstücken, im sekundären Quarz. Daraus scheint zu folgen, daß der größere Teil dieser Mineralien zugleich mit dem primären Quarz in die Gänge eingeführt wurde, obwohl bei den Gängen von South Crofty augenscheinlich ein gewisser

Teil des Arsenkieses erst später abgesetzt wurde. Solche jüngere Absätze sind höchstwahrscheinlich als Resultat einer Auflösung und Wiederauskristallisation am alten Platze zu deuten.

In den South Crofty-Gängen wurde das Zinnerz niemals ganz oder teilweise umschlossen vom primären Quarz beobachtet. Sein erstes Entstehen fällt in das Ende der Quarzperiode, wo es zugleich mit dem sekundären Quarz der IV. Stufe entstand. Hier erscheint es immer in großen ungestörten Kristallen, gegen welche der Quarz kristallographisch gut ausgebildet ist. Das in den Apophysen auftretende Zinnerz scheint ebenfalls dieser Infiltration anzugehören. Die Absätze von „Peach", Flußspat und Chlorit sind bemerkenswert reich an Zinnerz, aber hier erscheint dasselbe immer in kleinen gerundeten Körnern, welche in den kompakten Aggregaten von Turmalin mit oder ohne Chlorit eingeschlossen sind. Im Übrigen hat das Zinnerz eine gewisse Verbreitung in den Quarzkupferkiesäderchen, welche zu den jüngsten Ausscheidungen gehören. Bei den Gängen vom Cligga Head jedoch sind die großen gut ausgebildeten Kristalle zugleich mit dem primären Quarz zerbrochen worden und es liegt daher kein Grund vor, um an der gleichzeitigen Einführung der beiden Mineralien zu zweifeln.

Fast die ganze Menge des Kupferkieses, welche in den South Crofty-Gängen auftritt, wurde während der „Flußspat-Kupferkiesperiode" gebildet. Im „North Tincroft Lode" erscheint das Mineral in großen Massen eingeschlossen in den Flußspatgängen des Typ III, in kleinen Kristallen aber innig verbunden mit der Zinkblende in den Kupferkies-Zinkblendegängen von Typ IV, ferner in den Chlorit-Kupferkiesadern, welche durch die Gänge vom Typ I hindurchsetzen und in inniger Vermengung mit dem Arsenkies, welcher einen so reichlichen Bestandteil der Gänge vom Typ II bildet. In anderen Gängen, welche im Granit verlaufen, ist er fast ganz auf die jungen Quarz-Kupferkiesgänge beschränkt.

Turmalin erscheint in den Gängen von South Crofty in außerordentlicher Menge und bildet mit Ausnahme der ältesten und jüngsten Absätze einen mehr oder weniger wichtigen Bestandteil aller Infiltrationen; nach Farbe und Ausbildung zu urteilen scheint ein fortschreitender Wechsel von den großen braunen Kristallen im veränderten Granit bis zu den kleinen blaßblauen Nadeln in den jüngeren Quarzinfiltrationen stattzu-

finden. Die erstgenannte Abart, welche wahrscheinlich als vom Biotit hergeleitet betrachtet werden muß, zeigt stets fetzige und unregelmäßige Umrisse. In dem primären Quarz der South Crofty-Gänge scheint der Turmalin vollständig zu fehlen, aber in dem primären Quarz der Gänge am Cligga Head, ebenso wie in den späteren Infiltrationen der „Quarzperiode" von South Crofty erscheint er in mittelgroßen und gut geformten Kristallen, welche gewöhnlich eine zonare braune und blaue Färbung aufweisen. Spätere Absätze dieses Minerals in dem „Peach", sowie die im sekundären Quarz vom Cligga Head eingeschlossenen Kristalle zeigen nur die blaue Farbe, während sie in noch jüngeren Infiltrationen als noch blaßere kleine und vollkommen ausgebildete Nadeln erscheinen. Es ist jedoch noch zu erwähnen, daß der grobkörnige Quarz des Greisens vom Cligga Head und das ungestörte und körnige Zinnerz der South Crofty-Gänge auch eine große Menge von blaßblauen Nadeln des Turmalins umschließen.

Bei der Betrachtung der Verteilung der Mineralien in den Gängen, ist es von Interesse, daß der Kupferkies in den oberen Teilen des „North Tincroft Lode", wo das Nebengestein Schiefer ist, mehr vorherrscht als in den tieferen Teilen der anderen Gänge, wo das Nebengestein Granit ist. Ferner wurde Zinkblende, welche im „North Tincroft Lode" so reichlich vorhanden ist, in größerer Teufe nie beobachtet. Es hat sich gezeigt, daß diese Mineralien während der letzten beiden Perioden abgesetzt wurden, als der Gang nur einfach wieder aufgerissen wurde ohne gleichzeitige weitgehende Zertrümmerung. Offenbar wurden jedoch die Gänge nur in ihren oberen, im Schiefer verlaufenden Teilen aufgerissen. Dies konnte, wie ganz erklärlich ist, leicht eintreten, wenn beispielsweise die Zerreißungskräfte nicht sehr stark waren, denn die Tonschiefer sind für Zerreißung leichter empfänglich als der Granit. Diese jüngeren Infiltrationen sind daher auf die in den Tonschiefern verlaufenden Teile der Gänge beschränkt, denn nur dort konnten sie Spalten finden, in welchen sie zirkulieren und ihre Mineralien absetzen konnten. Dazu kommt als merkwürdige Tatsache, daß die Turmalinflecken („Peach") mit Zunahme der Tiefe häufiger werden. Wo das Nebengestein Schiefer ist, wie z. B. beim „North Tincroft Lode", erscheinen die Gänge fast frei von Peachadern. In 160 Klafter Teufe sind sie im „No. I Lode" klein, erhalten aber in größerer Tiefe beträchtliche Dimensionen.

Dieser „Peach“ ist aber der Hauptbringer des Zinnerzes, letzteres muß daher beim Übergang aus den Tonschiefern in den Granit an Menge zunehmen. Wenn diese Beobachtungen über die Verteilung des Zinnerzes, Kupferkieses und der Zinkblende einen allgemeinen Schluß gestatten, so haben wir hier eine einfache Erklärung gewisser längst bekannter Eigentümlichkeiten der Cornwallischen Gänge, nämlich die, daß in ihren oberen Partieen und im Schiefer Kupfererze vorherrschen, während diese in größeren Tiefen und im Granit dem Zinnerz Platz machen. Andere Mineralien wie Arsenkies und Flußspat zeigen eine mehr gleichmäßige Verteilung, während beispielsweise der Wolframit in ganz unregelmäßiger Weise durch den Gang verteilt ist.

Die Bestimmung der Paragenesis der verschiedenen Mineralien, welche den Inhalt der Gänge ausmachen und eine Untersuchung der Bedingungen, unter welchen diese Mineralien auftreten, wirft einiges Licht auf die Frage nach ihrer Entstehung. In mancher Hinsicht sind die beiden Quarzvarietäten, welche zu der Quarzperiode gehören, so stark verschieden voneinander, daß kein Zweifel über die Annahme bestehen kann, sie wären unter verschiedenen Bedingungen auskristallisiert. Der primäre Quarz sowohl vom Cligga Head, wie von South Crofty gleicht dem grobkörnigen Quarz des Greisens, während der sekundäre Quarz viel späteren Absätzen ähnlich sieht, die sicherlich aus wässeriger Lösung unter normalen Verhältnissen abgesetzt wurden. Dann scheint es, daß ein Teil des Wolframits und des Arsenkieses, vor dem primären Quarz unter anomalen Verhältnissen auskristallisierte, obwohl es heute unmöglich ist, die Art dieser Verhältnisse zu bestimmen. Es wurde schon mehreremals darauf hingewiesen, daß das Nebengestein dort, wo es frei von Turmalinadern ist, ganz frisch ist. Schließlich haben auch die Aggregate von Feldspat, welche in den Apophysen vom „Stoney Stope“ eingeschlossen sind, gerade da die geringste Zersetzung durchgemacht, wo sie von kleinen Zinnerzgängchen durchsetzt werden. Wenn man sich an die große Neigung des Feldspats zur Zersetzung erinnert, so gibt das eine gewisse Sicherheit dafür, dass zu der Zeit als das Zinnerz der „Quarzperiode“ auskristallisierte, diejenigen Gase, welche fähig sind eine Umwandlung des Feldspats hervorzubringen, völlig abwesend gewesen sein mußten. Schließlich ist

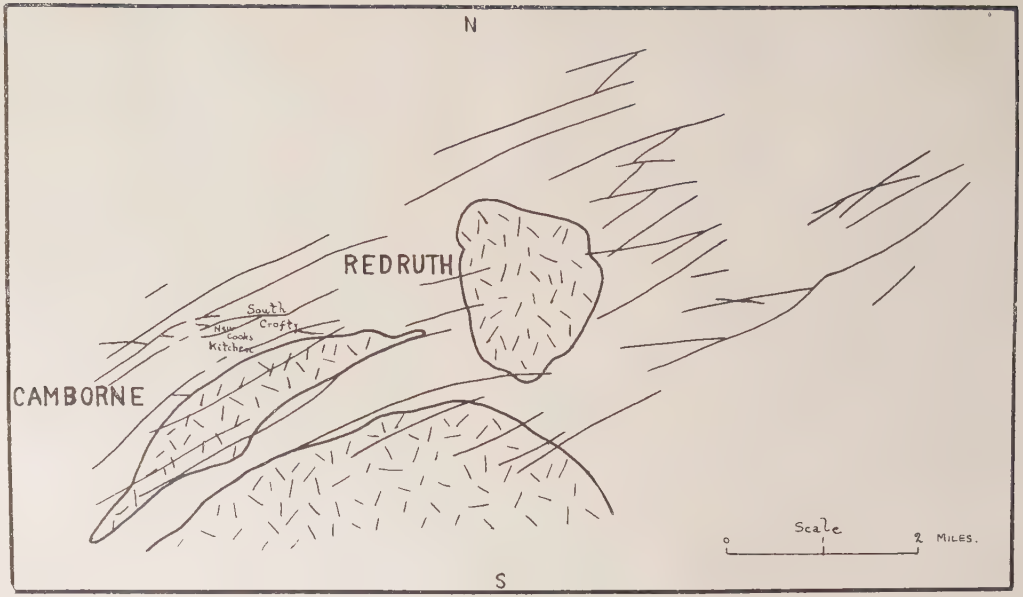
der begleitende sekundäre Quarz in seiner Ausbildung völlig verschieden von dem primären Quarz und gleicht jüngeren Absätzen, welche zweifellos aus wässeriger Lösung langsam auskristallisierten. Mit anderen Worten, das Zinnerz der sekundären Quarzperiode kristallisierte augenscheinlich unter den gewöhnlichen Bedingungen aus und deshalb erscheint es in diesem speziellen Falle unnötig, eine außerordentliche Entstehungsweise dieses Minerals anzunehmen.

In den Absätzen von Peach, Flusspat und Chlorit erscheint das Zinnerz in Form von gerundeten Körnern, doch ist die Entstehung dieser Körner heute noch etwas unerklärlich. Ein Handstück von 490 Klafter Teufe der Dolcoath Mine zeigte, daß sie wenigstens in einigen Fällen Bruchstücke von zerrissenen Kristallen darstellen, welche offenbar zur Stufe IV gehören. Wenn aber dieses körnige Zinnerz jetzt gebrochene Kristalle aus der Quarz-Periode darstellt, dann kann es keinerlei genetischen Beziehungen mit den großen Massen des „Peach" haben.

Dies bringt die Frage dahin, ob das Zinnerz überhaupt irgend eine genetische Beziehung mit Turmalin hat, wenigstens insoferne als die Gänge von South Crofty in Betracht kommen. Augenscheinlich ist das Zinnerz der Quarz-Periode stets von kleinen aber wechselnden Mengen von Turmalin, dessen kleine Nadeln oft in dem Mineral eingeschlossen sind, begleitet. Es ist jedoch von Wichtigkeit, daran zu erinnern, daß der Turmalin als erstes Mineral auskristallisierte und diese Überlegung zugleich mit der Tatsache, daß die dem Zinnerz benachbarten Feldspäte ihre ursprüngliche Frische bewahrt haben, macht es wahrscheinlich, daß das Zinnerz zu der Zeit, als es sich bildete, nicht mit irgend einem Element oder einem Bestandteil der pneumatolytischen Agentien verbunden war, doch schließt dies nicht aus, daß es an anderen Orten und vor der Zeit seiner Auskristallisation im Zustande einer solchen Verbindung gewesen ist.

Ferner ist noch auseinandergesetzt worden, daß die jüngeren Quarz-Kupferkiesadern gewöhnlich ziemliche Mengen von gut kristallisiertem Zinnerz in inniger Verbindung mit den anderen Mineralien enthalten und aus diesem Grunde liegt die Vermutung sehr nahe, daß das Zinnerz hier unter normalen Verhältnissen aus wässriger Lösung auskristallisierte.

Beim Kupferkies ist es klar, daß das Mineral den jüngsten Absatz darstellt, welcher nach der Peachperiode zugeführt wurde und deshalb keine wichtigen Aufschlüsse über die Frage nach der Entstehung des Zinnerzes gibt. Am Cligga Head tritt jedoch scheinbar oxydierter Kupferkies in inniger Verbindung mit Arsenkies auf und beide wurden dort wahrscheinlich zusammen mit dem primären Quarz zugeführt.



Granit

Gänge

Verteilung der Hauptgänge im Gebiete von Camborne.

INHALT.

Seite

Einleitung 3

I. Teil, Cligga Head.

1. Allgemeine und geologische Verhältnisse 5
2. Petrographische Verhältnisse 7
3. Die Gänge 12
4. Schlußfolgerungen 20

II. Teil, Die Gegend von Camborne.

1. Allgemeine und geologische Verhältnisse 25
2. Allgemeines über die Gänge 29
3. Die South Crofty Mine 31
   A) No. I Lode 33
   B) No. II Lode 53
   C) North Lode 55
   D) Price's Lode 59
   E) Palmer's Lode 62
   F) New Lode 63
   G) Mineralgänge an der Grenze zwischen Granit und Schiefer 64
4. Die New Cooks Kitchen Mine
   North Tincroft Lode 69

Schluß 76

Lebenslauf.

Harry Brenan Cronshaw wurde am 26. Mai 1888 als Sohn des Ingenieurs Henry Cronshaw zu Blackburn in England geboren. Nach vorausgegangenem häuslichen Unterrichte besuchte er die „Queens Elizabeth's School" in Blackburn in den Jahren 1898 bis 1907. Gegen Ende dieser Zeit (1906) legte er an der Universität Oxford das „Oxford Local Examination" ab und wurde dadurch zum „Associate in Arts of the University Oxford." Darauf trat er in die „Royal School of Mines" an der Universität in London ein, wo er von 1907 bis 1910 (6 Semester) dem Studium der Naturwissenschaften und des Bergfaches oblag. Juni 1910 erwarb er sich das Diplom als Bergingenieur. Dann trat er in die Dienste einer Privatgesellschaft und zwar zum Zwecke geologischer Aufnahmen in Trinidad. In dieser Stellung verblieb er ein Jahr, kam im Oktober 1911 nach München, wo er seit dieser Zeit an der Universität immatrikuliert ist. Als spezielles Studium trieb er hier Mineralogie und war besonders Schüler der Professoren von Groth, Weinschenk, Rotpletz und Drygalski.